

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 6月 4日
Date of Application:

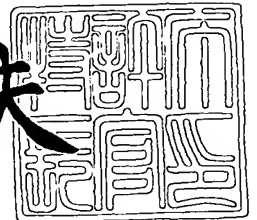
出願番号 特願2003-158759
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-158759]

出願人 日本電気株式会社
Applicant(s):

2003年 8月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3069101

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509988

【提出日】 平成15年 6月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04Q 7/34

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 江幡 光市

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 古川 浩

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088812

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 ▲柳▼川 信

【先の出願に基づく優先権主張】

 【出願番号】 特願2002-307732

 【出願日】 平成14年10月23日

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 030982

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9001833

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 移動通信システムにおける基地局設置設計方法及び基地局設置設計装置並びにプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに基地局を設置するようにした基地局設置設計方法であって、

前記基地局候補場所の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、

この評価関数に応じて基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定ステップと、

を含むことを特徴とする基地局設置設計方法。

【請求項 2】 前記評価値関数算出ステップにおいて、前記量及び（または）値が高いほどより高い評価関数を与え、

前記基地局位置決定ステップにおいて、前記評価関数が最も高い場所に決定するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 3】 移動通信システムにおける基地局設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに電波伝搬特性推定手法を使用しつつ基地局設置位置を決定するようにした基地局設置設計方法であって、

前記基地局候補場所の各々を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、第一の精度を有する第一の電波伝搬特性推定手法を使用して前記基地局を設置するステップと、

前記基地局を設置した場合後の基地局設置場所を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、前記第一の精度よりも高い精度を有する第二の電波伝搬特性推定手法を使用するステップと、

を含むことを特徴とする基地局設置設計方法。

【請求項 4】 サービスエリアならびにこのサービスエリア内におけるトラ

フィック密度分布が与えられ、当該サービスエリア内に基地局を配置する移動通信システムにおける基地局設置設計方法であって、

前記サービスエリア内で発生する全トラフィック量に対する前記サービスエリア内に配置した基地局により吸収することができるトラフィック総量の割合をトラフィックカバー率とし、前記トラフィックカバー率が所望のトラフィックカバー率を超えるまで逐次、基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定ステップを含むことを特徴とする基地局設置設計方法。

【請求項 5】 前記基地局位置決定ステップは、

前記基地局の候補場所の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値を算出するステップと、

この算出結果である量及び（または）値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、

この評価関数に応じて基地局を設置する位置を選択するステップと、
を含むことを特徴とする請求項 4 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 6】 前記評価値算出ステップにおいて、前記量及び（または）値が高いほどより高い評価関数を与え、

前記基地局を設置する位置を選択するステップにおいて、前記評価関数が最も高い場所に基地局を設置するようにしたことを特徴とする請求項 5 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 7】 前記基地局を設置する候補場所を送信点とする前記サービスエリア内での電波伝搬特性の推定には、第一の推定精度を有する第一の電波伝搬推定手法を用い、前記基地局を設置した場合後の当該基地局を送信点とする前記サービスエリア内での電波伝搬特性の推定には前記第一の推定精度よりも高い推定精度を有する第二の電波伝搬推定手法を用いるようにしたことを特徴とする請求項 6 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 8】 前記トラフィックカバー率 R_c が所望のトラフィックカバー率 R_{th} を満足するまで、設置すると決定した前記基地局を逐次削除する削除ステップを更に含むことを特徴とする請求項 7 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 9】 前記削除ステップにおいて、設置すると決定した基地局の各

々を削除した場合の修正トラフィックカバー率 R_m を求め、この R_m と前記トラフィックカバー率 R_c との差が最小となる基地局を求め、この基地局を削除した場合における修正トラフィックカバー率 R_m が前記 R_{th} を満足する場合に、当該基地局を削除することを特徴とする請求項 8 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 1 0】 前記削除ステップにおいて、設置すると決定した基地局の各々を削除した場合の前記評価関数を算出し、削除したときの当該評価関数が最大となる基地局を削除候補とし、この削除候補を削除した場合の修正トラフィックカバー率 R_m を求めてこの R_m が前記 R_{th} を満足する場合に、当該基地局を削除することを特徴とする請求項 8 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 1 1】 基地局追加候補がカバーするエリア形状として、前記第一の電波伝搬特性推定手法により計算される形状もしくは固定的な形状を設定し、設置すると決定した基地局がカバーするエリア形状として、前記第二の電波伝搬特性推定手法により推定し記憶された推定結果により計算される形状を設定することを特徴とする請求項 7 ～ 1 0 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 1 2】 設置すると決定した設基地局ならびに前記基地局候補がそれぞれカバーするエリア形状として、各カバーエリア内において所望の受信品質を満足しかつ最も受信品質もしくは受信電力が高い基地局と接続可能なようなエリアが設定されることを特徴とする請求項 1 1 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 1 3】 設置すると決定した設基地局ならびに前記基地局候補がそれぞれカバーするエリア形状として、当該エリア内のトラフィック量の合計が、基地局が収容可能なトラフィック量以下となるようなエリアが設定されることを特徴とする請求項 1 1 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 1 4】 前記第二の電波伝搬推定手法により推定された推定結果の他、前記設置すると決定した基地局の送信電力及び当該基地局での受信復調処理における判定閾値をも考慮して、前記エリア形状を決定することを特徴とする請求項 8 ～ 1 3 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 1 5】 前記サービスエリア内における前記設置すると決定した基地局に対するチャネル割当てに際して、前記第二の電波伝搬推定手法により推定された電波伝搬特性により、全てのチャネルに対する前記評価関数を算出し、最

大の評価関数となるチャネルを割当てた様にしたことを特徴とする請求項 8～13 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 16】 前記トラフィック吸収量として、前記トラフィック密度分布より計算される基地局候補によりカバーされるエリア内で発生するトラフィック量、またはこのトラフィック量の、前記サービスエリア内で発生する総トラフィック量に対する割合を用いることを特徴とする請求項 11～15 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 17】 前記トラフィック吸収量として、前記トラフィック密度分布より計算される基地局候補によりカバーされるエリアのうち設置すると決定した基地局によりカバーされている以外のエリアで発生するトラフィック量、またはこのトラフィック量の、前記サービスエリア内で発生する総トラフィック量に対する割合を用いることを特徴とする請求項 11～15 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 18】 前記トラフィック吸収量として、設置すると決定した基地局ならびに基地局候補によりカバーされるエリアすべてにおいて発生する総トラフィック量、またはこの総トラフィック量の、前記サービスエリア内で発生する総トラフィック量に対する割合を用いることを特徴とする請求項 11～15 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 19】 前記品質値として、希望信号受信電力／（干渉信号受信電力＋雑音電力）、希望信号受信電力／干渉信号受信電力、ビット誤り率やフレーム誤り率などで与えられることを特徴とする請求項 11～18 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 20】 前記品質値として、基地局候補場所で観測される設置すると決定した基地局からの干渉量の総和を用い、既設基地局からの干渉量の計算の際に前記第二の電波伝搬特性推定手法により計算し記憶した伝搬損失推定結果を用い、前記干渉量の総和が小さいほどより高い品質値となるように前記品質値を決定することを特徴とする請求項 11～18 ずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 21】 前記品質値として、基地局追加候補がカバーするエリア内の端末が観測する希望信号電力対干渉信号電力比の平均を用い、平均する際に当

該カバーエリア内でトラフィックが発生しない場所は除外することを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 8 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 2 2】 前記品質値として、サービスエリア全域で端末が観測する希望信号電力対干渉信号電力比の平均を用い、平均する際に当該サービスエリア内でトラフィックが発生しない場所は除外することを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 8 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 2 3】 前記品質値として、サービスエリア全域で端末が観測する希望信号電力対干渉信号電力比のうち所望の希望信号電力対干渉信号電力比を満たす割合を用いることを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 8 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 2 4】 前記品質値の計算の際に参照される設置すると決定した基地局もしくは基地局候補の送信パワーを固定値とすることを特徴とする請求項請求項 2 1 ～ 2 3 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 2 5】 前記品質値の計算の際に参照される設置すると決定した基地局もしくは基地局候補の送信パワーを当該基地局で吸収されるトラフィック量により決定することを特徴とする請求項 2 1 ～ 2 4 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 2 6】 前記第一の電波伝搬特性推定手法として、電力が距離の指数乗に比例して減衰する手法を用い、前記第二の電波伝搬特性推定手法として、レイトレーシング法を用いることを特徴とする請求項 3 または 8 ～ 2 5 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 2 7】 前記候補場所にサービスエリア内でトラフィックの発生しない場所は含まないことを特徴とする請求項 4 ～ 2 6 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 2 8】 前記候補場所に物理的に基地局を配置することができない場所は含まないことを特徴とする請求項 4 ～ 2 6 記載の基地局設置設計方法。

【請求項 2 9】 前記候補場所は、基地局の向きに関する情報をも加味して設定されることを特徴とする請求項 6 ～ 2 3 いずれか記載の基地局設置設計方法。

。

【請求項 3 0】 前記候補場所において予め優先度が付与されている場合には、前記評価関数として、この評価関数に当該優先度を考慮した新たな評価関数を使用することを特徴とする請求項 6 ～ 2 9 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 3 1】 前記評価関数が異なる候補場所やチャネルにおいても同一の値となる場合には、前記評価関数を変えるようにしたことを特徴とする請求項 6 ～ 3 0 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 3 2】 第一のサービスエリアに関して、前記基地局位置決定設置ステップを実行し、

しかる後に、前記第一のサービスエリアと一部重畳する第二のサービスエリアに関して、前記第一のサービスエリアで決定された設置すると決定した基地局以外の基地局候補場所について当該基地局設置ステップを実行することを特徴とする請求項 4 ～ 3 1 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 3 3】 移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに基地局を設置するようにした基地局設置設計装置であって、

前記基地局候補場所の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出手段と、

この評価関数に応じて基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定手段と、
を含むことを特徴とする基地局設置設計装置。

【請求項 3 4】 移動通信システムにおける基地局設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに電波伝搬特性推定手法を使用しつつ基地局設置位置を決定するようにした基地局設置設計装置であって、

前記基地局候補場所の各々を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、第一の精度を有する第一の電波伝搬特性推定手法を使用して前記基地局を設置する手段と、

前記基地局を設置した場合後の基地局設置場所を送信点とする前記サービスエ

リア内における電波伝搬特性推定手法として、前記第一の精度よりも高い精度を有する第二の電波伝搬特性推定手法を使用する手段と、
を含むことを特徴とする基地局設置設計装置。

【請求項 3 5】 サービスエリアならびにこのサービスエリア内におけるトラフィック密度分布が与えられ、当該サービスエリア内に基地局を配置する移動通信システムにおける基地局設置設計装置であって、

前記サービスエリア内で発生する全トラフィック量に対する前記サービスエリア内に配置した基地局により吸収することができるトラフィック総量の割合をトラフィックカバー率とし、前記トラフィックカバー率が所望のトラフィックカバー率を超えるまで逐次、基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定手段を含むことを特徴とする基地局設置設計装置。

【請求項 3 6】 前記トラフィックカバー率が所望のトラフィックカバー率を満足するまで、配置すると決定した前記基地局を逐次削除する削除基地局決定手段を、更に含むことを特徴とする請求項 3 5 記載の基地局設置設計装置。

【請求項 3 7】 移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに基地局を設置するようにした基地局設置設計方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記基地局候補場所の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、

この評価関数に応じて基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定ステップと、

を含むことを特徴とするコンピュータ読取り可能なプログラム。

【請求項 3 8】 前記評価値算出ステップにおいて、前記量及び（または）値が高いほどより高い評価関数を与え、

前記基地局位置決定ステップにおいて、前記評価関数が最も高い場所に決定するようにしたことを特徴とする請求項 3 7 記載のプログラム。

【請求項 3 9】 移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のい

れかに電波伝搬特性推定手法を使用しつつ基地局設置位置を決定するようにした基地局設置設計方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記基地局候補場所の各々を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、第一の精度を有する第一の電波伝搬特性推定手法を使用して前記基地局を追加設置するステップと、

前記基地局を設置した場合後の前記基地局追加設置場所を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、前記第一の精度よりも高い精度を有する第二の電波伝搬特性推定手法を使用するステップと、を含むことを特徴とするコンピュータ読取り可能なプログラム。

【請求項 4 0】 サービスエリアならびにこのサービスエリア内におけるトラフィック密度分布が与えられ、当該サービスエリア内に基地局を配置する移动通信システムにおける基地局設置設計方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記サービスエリア内で発生する全トラフィック量に対する前記サービスエリア内に配置した基地局により吸収することができるトラフィック総量の割合をトラフィックカバー率とし、前記トラフィックカバー率が所望のトラフィックカバー率を超えるまで逐次、基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定ステップを含むことを特徴とするコンピュータ読取り可能なプログラム。

【請求項 4 1】 前記基地局位置決定ステップは、

前記基地局の候補場所の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値を算出するステップと、

この算出結果である量及び（または）値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、

この評価関数に応じて基地局を設置する位置を選択するステップと、を含むことを特徴とする請求項 4 0 記載のプログラム。

【請求項 4 2】 前記評価関数算出ステップにおいて、前記量及び（または）値が高いほどより高い評価関数を与え、

前記基地局を設置する位置を選択するステップにおいて、前記評価関数が最も高い場所に基地局をするようにしたことを特徴とする請求項 4 1 記載のプログラ

ム。

【請求項 4 3】 前記基地局を設置する候補場所を送信点とする前記サービスエリア内での電波伝搬特性の推定には、第一の推定精度を有する第一の電波伝搬推定手法を用い、前記基地局を設置した場合後の当該基地局を送信点とする前記サービスエリア内での電波伝搬特性の推定には前記第一の推定精度よりも高い推定精度を有する第二の電波伝搬推定手法を用いるようにしたことを特徴とする請求項 4 2 記載のプログラム。

【請求項 4 4】 前記トラフィックカバー率が所望のトラフィックカバー率を満足するまで、配置すると決定した前記基地局を逐次削除するステップを更に含むことを特徴とする請求項 4 3 記載のプログラム。

【請求項 4 5】 前記削除ステップにおいて、設置すると決定した基地局の各々を削除した場合の修正トラフィックカバー率 R_m を求め、この R_m と前記トラフィックカバー率 R_c との差が最小となる基地局を求め、この基地局を削除した場合における修正トラフィックカバー率 R_m が前記 R_{th} を満足する場合に、当該基地局を削除することを特徴とする請求項 4 4 記載のプログラム。

【請求項 4 6】 前記削除ステップにおいて、設置すると決定した基地局の各々を削除した場合の前記評価関数を算出し、削除したときの当該評価関数が最大となる基地局を削除候補とし、この削除候補を削除した場合の修正トラフィックカバー率 R_m を求めてこの R_m が前記 R_{th} を満足する場合に、当該基地局を削除することを特徴とする請求項 4 4 記載のプログラム。

【請求項 4 7】 基地局追加候補がカバーするエリア形状として、前記第一の電波伝搬特性推定手法により計算される形状もしくは固定的な形状を設定し、設置すると決定した基地局がカバーするエリア形状として、前記第二の電波伝搬特性推定手法により推定し記憶された推定結果により計算される形状を設定することを特徴とする請求項 4 3 ～ 4 6 いずれか記載のプログラム。

【請求項 4 8】 設置すると決定した基地局ならびに前記基地局候補がそれぞれカバーするエリア形状として、各カバーエリア内において所望の受信品質を満足しかつ最も受信品質もしくは受信電力が高い基地局と接続可能なようなエリアが設定されることを特徴とする請求項 4 7 記載のプログラム。

【請求項 4 9】 設置すると決定した基地局ならびに前記基地局候補がそれぞれカバーするエリア形状として、当該エリア内のトラフィック量の合計が、基地局が収容可能なトラフィック量以下となるようなエリアが設定されることを特徴とする請求項 4 8 記載のプログラム。

【請求項 5 0】 前記第二の電波伝搬推定手法により推定された推定結果の他、前記設置すると決定した基地局の送信電力及び当該基地局での受信復調処理における判定閾値をも考慮して、前記エリア形状を決定することを特徴とする請求項 4 4 ～ 4 9 いずれか記載 1 のプログラム。

【請求項 5 1】 前記サービスエリア内における前記設置すると決定した基地局に対するチャネル割当てに際して、前記第二の電波伝搬推定手法により推定された電波伝搬特性により、全てのチャネルに対する前記評価関数を算出し、最大の評価関数となるチャネルを割当てる様にしたことを特徴とする請求項 4 4 ～ 4 9 いずれか記載のプログラム。

【請求項 5 2】 前記トラフィック吸収量として、前記トラフィック密度分布より計算される基地局候補によりカバーされるエリア内で発生するトラフィック量、またはこのトラフィック量の、前記サービスエリア内で発生する総トラフィック量に対する割合を用いることを特徴とする請求項 4 7 ～ 5 1 いずれか記載のプログラム。

【請求項 5 3】 前記トラフィック吸収量として、前記トラフィック密度分布より計算される基地局候補によりカバーされるエリアのうち設置すると決定した基地局によりカバーされている以外のエリアで発生するトラフィック量、またはこのトラフィック量の、前記サービスエリア内で発生する総トラフィック量に対する割合を用いることを特徴とする請求項 4 7 ～ 5 1 いずれか記載のプログラム。

【請求項 5 4】 前記トラフィック吸収量として、設置すると決定した基地局ならびに基地局追加候補によりカバーされるエリアすべてにおいて発生する総トラフィック量、またはこの総トラフィック量の、前記サービスエリア内で発生する総トラフィック量に対する割合を用いることを特徴とする請求項 4 7 ～ 5 1 いずれか記載のプログラム。

【請求項 5 5】 前記品質値として、希望信号受信電力／（干渉信号受信電力＋雑音電力）、希望信号受信電力／干渉信号受信電力、ビット誤り率やフレーム誤り率などで与えられることを特徴とする請求項 4 7～5 4 いずれか記載のプログラム。

【請求項 5 6】 前記品質値として、基地局候補場所で観測される設置すると決定した基地局からの干渉量の総和を用い、既設基地局からの干渉量の計算の際に前記第二の電波伝搬特性推定手法により計算し記憶した伝搬損失推定結果を用い、前記干渉量の総和が小さいほどより高い品質値となるように前記品質値を決定することを特徴とする請求項 4 7～5 4 いずれか記載のプログラム。

【請求項 5 7】 前記品質値として、基地局追加候補がカバーするエリア内の端末が観測する希望信号電力対干渉信号電力比の平均を用い、平均する際に当該カバーエリア内でトラフィックが発生しない場所は除外することを特徴とする請求項 4 7～5 4 いずれか記載のプログラム。

【請求項 5 8】 前記品質値として、サービスエリア全域で端末が観測する希望信号電力対干渉信号電力比の平均を用い、平均する際に当該サービスエリア内でトラフィックが発生しない場所は除外することを特徴とする請求項 4 7～5 4 いずれか記載のプログラム。

【請求項 5 9】 前記品質値として、サービスエリア全域で端末が観測する希望信号電力対干渉信号電力比のうち所望の希望信号電力対干渉信号電力比を満たす割合を用いることを特徴とする請求項 4 7～5 4 いずれか記載のプログラム。

【請求項 6 0】 前記品質値の計算の際に参照される設置すると決定した基地局もしくは基地局候補の送信パワーを固定値とすることを特徴とする請求項請求項 5 7～5 9 いずれか記載のプログラム。

【請求項 6 1】 前記品質値の計算の際に参照される設置すると決定した基地局もしくは基地局候補の送信パワーを当該基地局で吸収されるトラフィック量により決定することを特徴とする請求項 5 7～6 0 いずれかに記載のプログラム。

【請求項 6 2】 前記第一の電波伝搬特性推定手法として、電力が距離の指

数乗に比例して減衰する手法を用い、前記第二の電波伝搬特性推定手法として、レイトレーシング法を用いることを特徴とする請求項 3 9 または 4 4 ～ 6 1 いずれか記載のプログラム。

【請求項 6 3】 前記候補場所にサービスエリア内でトラフィックの発生しない場所は含まないことを特徴とする請求項 4 0 ～ 6 2 いずれか記載のプログラム。

【請求項 6 4】 前記候補場所に物理的に基地局を配置することができない場所は含まないことを特徴とする請求項 4 0 ～ 6 2 いずれか記載のプログラム。

【請求項 6 5】 前記候補場所は、基地局の向きに関する情報をも加味して設定されることを特徴とする請求項 4 2 ～ 5 9 いずれか記載のプログラム。

【請求項 6 6】 前記候補場所において予め優先度が付与されている場合には、前記評価関数として、この評価関数に当該優先度を考慮した新たな評価関数を使用することを特徴とする請求項 4 2 ～ 6 5 いずれか記載のプログラム。

【請求項 6 7】 前記評価関数が異なる候補場所やチャネルにおいても同一の値となる場合には、前記評価関数を変えるようにしたことを特徴とする請求項 4 2 ～ 6 6 いずれか記載のプログラム。

【請求項 6 8】 第一のサービスエリアに関して、前記基地局位置決定ステップを実行し、

しかる後に、前記第一のサービスエリアと一部重畳する第二のサービスエリアに関して、前記第一のサービスエリアで決定された設置すると決定された基地局以外の基地局候補場所について当該基地局設置ステップを実行することを特徴とする請求項 4 0 ～ 6 7 いずれかに記載のプログラム。

【請求項 6 9】 移動通信システムにおける基地局設計方法であって、サービスエリア内に複数の基地局候補場所を与えるステップと、前記基地局候補場所のいずれかに基地局を設置した場合のトラフィック吸収量と通信品質の少くとも一方を所定の評価関数により算出する評価関数算出ステップと、を含むことを特徴とする基地局設計方法。

【請求項 7 0】 移動通信システムにおける基地局設置設計方法であって、

サービスエリア内に複数の基地局候補場所を与える基地局候補場所設定ステップと、

前記基地局に候補場所のそれぞれに基地局を設置した場合のトラフィック吸収量と通信品質の少くとも一方を所定の評価関数により算出する評価関数算出ステップと、

前記評価関数算出ステップで算出された評価関数の結果を用いて、前記サービスエリア内での基地局設置場所を決定するステップと、
を含むことを特徴とする基地局設置設計方法。

【請求項 7 1】 前記評価関数が、基地局候補場所、チャンネル、使用するアンテナの種類及びその設置方位の関数として与えられることを特徴とする請求項 1, 2, 5 ~ 2 5, 2 9 ~ 3 2 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 7 2】 前記評価関数が、基地局候補場所、チャンネル、使用するアンテナの種類及びその設置方位の関数として与えられることを特徴とする請求項 3 3 記載の基地局設置設計装置。

【請求項 7 3】 前記評価関数が、基地局候補場所、チャンネル、使用するアンテナの種類及びその設置方位の関数として与えられることを特徴とする請求項 3 7, 3 8, 4 1 ~ 6 1, 6 5 ~ 6 8 いずれか記載のプログラム。

【請求項 7 4】 前記評価関数算出ステップを並列処理するようにしたこと
を特徴とする請求項 1, 2, 5 ~ 2 5, 2 9 ~ 3 2 いずれか記載の基地局設置設計方法。

【請求項 7 5】 前記評価関数算出ステップを並列処理するようにしたこと
を特徴とする請求項 3 7, 3 8, 4 1 ~ 6 1, 6 5 ~ 6 8 いずれか記載のプログラム。

【請求項 7 6】 移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数与えられた基地局に対して設定するパラメータを設計する基地局設置設計方法であって、

前記基地局の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、

この評価関数に応じて基地局を設置するパラメータを決定する基地局パラメー

タ決定ステップと、
を含むことを特徴とする基地局設置設計方法。

【請求項 7 7】 移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数与えられた基地局に対して設定するパラメータを設計する基地局設置設計装置であって、

前記基地局の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出手段と、

この評価関数に応じて基地局を設置するパラメータを決定する基地局パラメータ決定手段と、
を含むことを特徴とする基地局設置設計装置。

【請求項 7 8】 移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数与えられた基地局に対して設定するパラメータを設計する基地局設置設計方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記基地局の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、

この評価関数に応じて基地局を設置するパラメータを決定する基地局パラメータ決定ステップと、
を含むことを特徴とするコンピュータ読取り可能なプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は無線通信システムにおける基地局設置設計方法及びその装置並びにプログラムに関し、特に移動通信システムにおける基地局配置、基地局パラメータ設定等の基地局設置設計方式に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 1 7 を用いて従来の基地局設置設計手法について説明する。サービスエリア A 1 1 上の黒四角形 A 0 2 ～ A 0 6 で表示した場所に基地局候補を配置し、当該基地局候補群によりカバーされるエリア A 0 1, A 0 7 ～ A 1 0 のサービスエリ

ア A 1 1 に対する割合、エリアカバー率を評価する。同様に、他の配置場所についてもエリアカバー率を評価し、所望のエリアカバー率が達成される基地局配置パターンが得られるまで繰り返し評価する。このような試行錯誤的な最適配置探索型の基地局設置を行う場合、基地局配置を与えるたびに基地局毎にサービスエリア全域にわたる詳細な電波伝搬特性の評価が必要となる。

【 0 0 0 3 】

他の手法として、評価するパターンを事前に人間が絞り込み計算時間の短縮を図る手法がある（例えば、特許文献 1）。また、更に他の手法として、遺伝アルゴリズムを用いて最適配置探索に要する時間の短縮を図る手法がある（例えば、特許文献 2）。更に別の手法として、図 1 8 を用いて説明する（例えば、非特許文献 1）。この非特許文献 1 で示された手法では、サービスエリア B 0 1 内に黒小点 B 0 2 で示した場所に、規則的に並べた基地局を事前に配置しておき、カバーエリア増大に貢献しない基地局を逐次削除していく基地局設置設計手法が示されている。事前に規則的に配置した基地局候補すべてに対して全サービスエリア内での高精度な電波解析を行う必要がある。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】

特開平 8 - 3 1 7 4 5 8 号公報（2 ～ 3 頁、図 1 ～ 図 3）

【特許文献 2】

特開 2 0 0 1 - 2 8 5 9 2 3 号公報（2 頁、図 1）

【特許文献 3】

特開 2 0 0 2 - 1 0 7 3 9 7 号公報

【非特許文献 1】

M. Kamenetsky, et. al. “Coverage Planning for Outdoor Wireless LAN Systems”, 2002 International Zurich Seminar on Broadband Communication Access, Transmission, Networking, Feb. 2002 , pp49-1～49-6

【非特許文献 2】

Proc.of International Symposium on Antennas and Propagation Society, 1991, vol.3, pp.1540-1543

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

セルラーシステムにおける基地局設置設計（置局設計とも称される）は専用のツールを用いることが一般的となっているが、アクセスポイント（AP：基地局に相当）のカバーエリアが極端に狭く、電波の見通し伝搬エリアに建物などの伝搬障害物が多数存在する環境に設置される無線LANシステムでは、従来のセルラーシステム設計で用いられてきた簡易な伝搬損失推定式を当てはめることができず、ターゲットエリアの地形や建物等の微視的構造を考慮に入れた詳細な電波解析を必要とする。

【0006】

高精度電波解析の手法としては、レイトレーシング法が一般的であるが、当該手法は処理量が多いために、図17に示したような試行錯誤的な最適配置探索型の基地局設置手法を用いると、場合によっては、解を得るまでに非現実的な処理時間を要してしまう恐れがある。無論、設計対象とするサービスエリアを狭くすることにより、必要となるAP数を減らすことで処理時間の短縮は可能であるが、無線LANのようなピコセル環境では、従来の移動通信システムでのマクロセル・マイクロセル環境に比べて、面積あたりに配置される基地局数が極端に多くなるため、現実的な処理時間内に設計できるエリアの大きさが必要なエリアの大きさに遠く及ばないといった問題が発生する。

【0007】

換言するならば、ピコセルの基地局設置では、処理量が多い高精度な電波解析を用いつつ基地局配置密度の増大に対処するという困難な課題に取り組まねばならず、すなわち高速な基地局設置設計アルゴリズムの達成が不可欠なのである。

【0008】

特許文献1で示された基地局設置設計手法を用いれば、人間が事前に配置場所候補の絞り込みを行うため、計算時間の短縮が可能である。しかし、最初に選んだAP配置候補次第で結果が如何様にも変化し、AP配置候補の選定は設計者の勘や経験といったあいまいな要素で左右され、したがって常に適切な置局設計が保証できない問題があった。

【0 0 0 9】

特許文献 2 に示された基地局設置設計手法では、設計者の勘・経験といったあいまいさを排除することが可能であるが、初期配置等の事前パラメータ設定によっては解が収束せず発散や発振といった不安定現象が発生することが指摘されており、解の収束が望めない状況に陥れば、再度一から作業をやり直さねばならない問題があった。

【0 0 1 0】

非特許文献 1 に示された基地局設置設計手法では、設計時に特許文献 1 のようなあいまいな要素がなく、また、特許文献 2 のような不安定現象も発生しない。しかしながら、有効なセル配置設計を行うために、必要な事前に配置する基地局の数は最終的に設置する基地局数に比べて数十倍以上の数が必要となる。よってそのすべての候補点を送信点としてサービスエリア内の面的な電波解析を詳細に行うと、やはり膨大な計算時間を必要としてしまう。

【0 0 1 1】

また、上記いずれの従来技術においても、A P の設置場所のみの最適化を目指したものであり、各種のデザインパラメータ（送信電力、チャネル割り当てなど）の設定法については示されていない。また、複数の局による広域面展開を行う場合には場所に依存したトラフィック密度の偏りが顕著となるが、上記いずれの従来技術においてもトラフィック分布が置局設計に反映されなかった。

【0 0 1 2】

本発明は、ターゲットとなるサービスエリアならびにトラフィック密度分布が与えられた場合に、複数の基地局を配置して当該サービスエリアを面的に覆う基地局設置設計方法に関するもので、レイトレーシング等の詳細な電波解析シミュレータを活用することを前提とし、所望のトラフィックカバー率（ターゲットサービスエリア内の全トラフィックに対して設置した基地局により吸収されるトラフィックの割合）を満たす基地局の配置ならびにパラメータの設定（具体的には、チャネル割り当てならびに送信パワー）を行うことが可能な基地局設置設計方法及びその装置並びにプログラムを提供することを目的とする。

【0 0 1 3】

本発明の他の目的は、基地局配置場所候補の選定に人の勘や経験を必要とせず、あいまいさを排除することが可能な基地局設置設計方法及びその装置並びにプログラムを提供することである。

【0 0 1 4】

本発明の更に他の目的は、基地局設置設計処理の大半を占める電波解析処理の量を低減して、高速な基地局設置設計が可能な基地局設置設計方法及びその装置並びにプログラムを提供することである。

【0 0 1 5】

【課題を解決するための手段】

本発明による基地局設置設計方法は、移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに基地局を設置するようにした基地局設置設計方法であって、前記基地局候補場所の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、この評価関数に応じて基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定ステップとを含むことを特徴とする。

【0 0 1 6】

本発明による他の基地局設置設計方法は、移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに電波伝搬特性推定手法を使用しつつ基地局設置位置を決定するようにした基地局設置設計方法であって、前記基地局候補場所の各々を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、第一の精度を有する第一の電波伝搬特性推定手法を使用して前記基地局を追加設置するステップと、前記基地局を設置した場合後の基地局追加設置場所を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、前記第一の精度よりも高い精度を有する第二の電波伝搬特性推定手法を使用するステップとを含むことを特徴とする。

【0 0 1 7】

本発明による更に他の基地局設置設計方法は、サービスエリアならびにこのサ

ービスエリア内におけるトラフィック密度分布が与えられ、当該サービスエリア内に基地局を配置する移動通信システムにおける基地局設置設計方法であって、前記サービスエリア内で発生する全トラフィック量に対する前記サービスエリア内に配置した基地局により吸収することができるトラフィック総量の割合をトラフィックカバー率とし、前記トラフィックカバー率が所望のトラフィックカバー率を超えるまで逐次、基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定ステップを含むことを特徴とする。

【0 0 1 8】

本発明による基地局設置設計装置は、移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに基地局を設置するようにした基地局設置設計装置であって、前記基地局候補場所の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出手段と、この評価関数に応じて基地局を設置する基地局位置を決定する基地局位置決定手段とを含むことを特徴とする。

【0 0 1 9】

本発明による他の基地局設置設計装置は、移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに電波伝搬特性推定手法を使用しつつ基地局設置位置を決定するようにした基地局設置設計装置であって、前記基地局候補場所の各々を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、第一の精度を有する第一の電波伝搬特性推定手法を使用して前記基地局を設置する手段と、前記基地局を設置した場合後の基地局設置場所を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、前記第一の精度よりも高い精度を有する第二の電波伝搬特性推定手法を使用する手段とを含むことを特徴とする。

【0 0 2 0】

本発明による更に他の基地局設置設計装置は、サービスエリアならびにこのサービスエリア内におけるトラフィック密度分布が与えられ、当該サービスエリア

内に基地局を配置する移動通信システムにおける基地局設置設計装置であって、前記サービスエリア内で発生する全トラフィック量に対する前記サービスエリア内に配置した基地局により吸収することができるトラフィック総量の割合をトラフィックカバー率とし、前記トラフィックカバー率が所望のトラフィックカバー率を超えるまで逐次、基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定手段を含むことを特徴とする。

【0021】

本発明によるプログラムは、移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに基地局を設置するようにした基地局設置設計方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、前記基地局候補場所の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、この評価関数に応じて基地局を設置する位置を決定する基地局設置ステップとを含むことを特徴とする。

【0022】

本発明による他のプログラムは、移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数の基地局候補場所が与えられ、これ等基地局候補場所のいずれかに電波伝搬特性推定手法を使用しつつ基地局設置位置を決定するようにした基地局設置設計方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、前記基地局候補場所の各々を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、第一の精度を有する第一の電波伝搬特性推定手法を使用して前記基地局を追加設置するステップと、前記基地局を設置した場合後の前記基地局追加設置場所を送信点とする前記サービスエリア内における電波伝搬特性推定手法として、前記第一の精度よりも高い精度を有する第二の電波伝搬特性推定手法を使用するステップとを含むことを特徴とする。

【0023】

本発明による更に他のプログラムは、サービスエリアならびにこのサービスエリア内におけるトラフィック密度分布が与えられ、当該サービスエリア内に基地局を配置する移動通信システムにおける基地局設置設計方法をコンピュータに実

行させるためのプログラムであって、前記サービスエリア内で発生する全トラフィック量に対する前記サービスエリア内に配置した基地局により吸収することができるトラフィック総量の割合をトラフィックカバー率とし、前記トラフィックカバー率が所望のトラフィックカバー率を超えるまで逐次、基地局を設置する位置を決定する基地局位置決定ステップを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

本発明による他の基地局設置設計方法は、移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数与えられた基地局に対して設定するパラメータを設計する基地局設置設計方法であって、前記基地局の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、この評価関数に応じて基地局を設置するパラメータを決定する基地局パラメータ決定ステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

本発明による他の基地局設置設計装置は、移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数与えられた基地局に対して設定するパラメータを設計する基地局設置設計装置であって、前記基地局の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出手段と、この評価関数に応じて基地局を設置するパラメータを決定する基地局パラメータ決定手段とを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

本発明による他のプログラムは、移動通信システムにおける基地局設置設計に際して、サービスエリア内に複数与えられた基地局に対して設定するパラメータを設計する基地局設置設計方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、前記基地局の各々におけるトラフィック吸収量及び（または）通信品質値に応じて所定の評価関数を算出する評価関数算出ステップと、この評価関数に応じて基地局を設置するパラメータを決定する基地局パラメータ決定ステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

本発明による基地局設置設計法によれば、基地局を逐次追加していくものであ

るが、この追加の際には、トラフィック吸収量と通信品質値との少なくとも一方を引数とする評価関数を定義して、この評価関数に応じて追加する方法を採用したので、基地局配置場所の選定には定量的な正確な判断が可能となる。

【0 0 2 8】

また、基地局追加の際に実施される電波伝搬特性評価には、処理量が少ない手法を用い、追加後に実施する電波伝搬特性評価には処理量が多いが高精度である手法、より具体的には、レイトレーシング等の手法を適用する。追加後に行う高精度電波伝搬特性評価の結果は、新たに追加する基地局の配置場所を選定する際の干渉量の見積もりに活用する。これにより、基地局設置設計処理の大半を占める電波解析処理の量を低減し、高速な基地局設置設計を可能とする。

【0 0 2 9】

さらに、本発明による基地局設置設計方法によれば、上記の追加基地局群からトラフィックカバー率増大に寄与しない基地局を逐次削除するものであり、この追加設置された既設基地局群は、各々を送信点とするサービスエリア全域での高精度電波解析が完了しているため、基地局を逐次削除する際には新たな電波解析の必要はない。

【0 0 3 0】

以上のような特徴を有する本発明は、配置場所候補の選定に人の勘・経験を必要とせず機械的な処理を適用するために、特許文献 1 で問題であったあいまいさを排除することが可能であり、また特許文献 2 で問題となった不安定現象も発生せず、かつ最終的に設置する基地局数に対して高々数倍程度の電波伝搬特性評価で基地局設置設計が可能な置局設計アルゴリズムを提供可能である。

【0 0 3 1】

【発明の実施の形態】

以下に図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。本発明の基地局設置設計アルゴリズムにおいては、まずサービスエリア、基地局配置場所候補点、およびトラフィック分布が与えられることを前提とする（例えば、トラフィック分布は、サービスエリア Z000-1 内に存在する道路の通行量などから推定可能である）。図 1 はこれらの各パラメータの設定例を示す図である。Z000-1 は

サービスエリアを表し、小黑丸Z000-2は基地局配置場所候補点の一つを示すものである。また、配置場所候補点は3次元的に規定される場合もあり、同一のX Y座標を持ち、かつ異なるZ軸座標を有する複数の観測点が設定される場合がある。さらに、指向性アンテナを使用する場合等では基地局の向きまでも考慮に入れた配置場所候補の設定が行われる場合がある。すなわち、例えば同一のX Y Z座標点に基地局の向きに関する情報を加味して複数の配置場所候補点が設定される場合がそれにあたる。

【0 0 3 2】

配置場所候補点の選定については、物理的に基地局を設置不可能な場所の配置場所候補点は事前に除外する。また、各配置場所候補点には、意図的に設置したような場所も存在するであろうから設置優先順位を設定する場合もある。図1では、表示を割愛しているが、高精度な電波伝搬特性推定のため、サービスエリアZ000-1内には地形、道路、建物構造データ等の地理情報が詳細に規定されているものとする。

【0 0 3 3】

領域Z000-3, Z000-4 はトラフィック密度分布を示しており、各領域では異なるトラフィック密度のトラフィックが一樣に発生することを想定している。トラフィック分布は非一樣に与えられる場合もある。図1に示したトラフィック分布モデルでは、領域Z000-3, Z000-4 以外のエリアでは、トラフィックは発生しないものとしている。伝搬特性推定を行う処理量を減少させるために、トラフィックの発生しないエリアの基地局配置場所候補点を除外する場合もある。例えば、川や池等が存在する領域には、トラフィックは発生しないと考え、これ等の領域から基地局配置場所候補点を除外することが可能である。ただし、置局が可能な領域の場合には、トラフィックが発生しなくても、基地局配置場所候補点は除外しない（例えば、図5のZ1-6）。

【0 0 3 4】

図2は、本発明が示す基地局設置設計アルゴリズムの第一の実施例を示すフローチャートである。図1に一例を示したとおり、基地局配置場所候補点がN点（Nは2以上の整数）与えられているものとし、各基地局配置場所候補点にはイン

デックス番号 1 ～ N が割り当てられているものとする。

【 0 0 3 5 】

ステップ Z0-1 において、インデックス変数 A を 1 に設定する。ステップ Z0-2 において、インデックス番号 A の基地局配置場所候補点に基地局候補を設置してセルを追加したと想定した場合のトラフィック吸収量を $T(A)$ 、通信品質値（以下、単に品質値と称する）を $Q(A, k)$ とおき、それぞれの値を計算する。ここで、 k はチャネル番号を指し、現状の無線 LAN では、4 チャネルであるので、 k が 1 ～ 4 の 4 つのチャネルの各々に対して品質値 $Q(A, k)$ が計算される。

【 0 0 3 6 】

当該基地局候補により形成されるセルの形状は、固定的な形状を設定するか、あるいは第一の電波伝搬特性推定手法を用いて設定する。この第一の電波伝搬特性推定手法には、推定精度は低いが処理量の少ない電波伝搬特性推定手法を用いる。例えば、距離の指数乗で減衰する電波伝搬特性推定モデルなどが該当する。この場合、距離減衰の伝搬定数は、基地局設置設計を行う伝搬環境に応じて決定する。あるいは、精度を落としたレイトレーシング法を第一の推定手法として利用する場合もある。

【 0 0 3 7 】

レイトレーシング法は高精度な伝搬推定を行う際に用いられる手法であり、その一実装手法として知られているレイラウンチング法は、例えば、Proc. of International Symposium on Antennas and Propagation Society, 1991、Vol.3, pp.1540-1543（非特許文献 2）、や特開 2 0 0 2 - 1 0 7 3 9 7 号公報（特許文献 3）等の開示の周知の手法が使用され得る。この電波伝搬推定手法に対して高い精度を要求する場合には、大きな処理量を要するが、精度を低下させることによって処理量を低減させることができる。精度を低下させる方法としては、電波の反射回数の縮小などが挙げられる。

【 0 0 3 8 】

トラフィック吸収量 $T(A)$ は、基地局候補が形成するセルで吸収されるトラフィック量を示す場合、あるいは当該基地局候補が形成するセルおよび既設基地

局それぞれが形成するセルのすべてで吸収されるトラフィック量の総量を示す場合、あるいはトラフィック密度分布より計算される基地局追加候補によりカバーされるエリア内で発生するトラフィック量を用いる場合、トラフィック密度分布より計算される基地局追加候補によりカバーされるエリアのうち既設基地局によりカバーされている以外のエリアで発生するトラフィック量を用いる場合などがある。また前記各々の量をサービスエリア内で発生する総トラフィック量に対する割合で与える場合もある。

【0 0 3 9】

品質値 $Q(A, k)$ は、基地局候補が形成するセルで観測される品質値の平均を示す場合、当該基地局候補が形成するセルおよび既設基地局が形成するセル、それぞれにおいて観測される品質が所望の値を満たす割合や、当該品質の平均値を示す場合がある。ここで、品質値とは観測点における希望信号受信電力／（干渉信号受信電力＋雑音電力）として与えられる場合、観測点における希望信号受信電力／干渉信号受信電力として与えられる場合、観測点におけるビット誤り率やフレーム誤り率等各種の誤り率で与えられる場合などがある。さらに品質値 $Q(A, k)$ は、当該基地局候補が形成するセルおよび既設基地局が形成するセル、それぞれにおいて観測される品質が所望の値を満たすエリアで発生するトラフィック量により規定する場合や、前記量のサービスエリア全域で発生するトラフィック量に対する割合により規定する場合がある。品質値 Q はシステムで割り当て可能なすべてのチャネルについて調べる。

【0 0 4 0】

次に、ステップZ0-3において、トラフィック吸収量 $T(A)$ ならびに品質値 $Q(A, k)$ を引数とする評価関数 $O(T(A), Q(A, k))$ を計算し、メモリに記録する。この場合におけるメモリにおける記録内容としては、図3に示すようなものとなる。すなわち、インデックス番号 $A(A1, A2, \dots)$ として示す) で示される各基地局候補点における4つのチャネル $k=1 \sim 4$ にそれぞれ対応して、 $T(A)$ 、 $Q(A, k)$ 、 $O(T(A), Q(A, k))$ がそれぞれ記録されることになる。

【0 0 4 1】

ここで、記録する評価関数 O の値はトラフィック吸収量 T のみで規定される場合や、あるいは品質値 Q のみで規定される場合がある。評価関数 O の例については、図4を参照して後述する。

【0042】

ステップZ0-4において、インデックス変数 A が基地局配置場所候補点数 N 未満であるかどうかを判断し、 $A < N$ であるならば、ステップZ0-5において、 A に1を加算した後、ステップZ0-2以降を繰り返す。ステップZ0-4において $A \geq N$ であるならば、ステップZ0-6へ進む。ステップZ0-6では、記録したすべての評価関数 O の中から、その値が最大となるものを選択し、当該評価関数のインデックス番号の基地局配置場所候補点に基地局を配置することとし、当該基地局には当該評価関数のチャンネル番号を割り当てる。

【0043】

ステップZ0-7では、ステップZ0-6において新たに設置することと決定した基地局を送信点とし、サービスエリア全域での電波伝搬特性を推定し、記録する。ここで、電波伝搬特性の推定には第二の電波伝搬特性推定手法を用いる。第二の電波伝搬特性推定手法には、推定処理量は第一の電波伝搬特性推定手法に比べて大きい推定精度の高い手法を用いる。例えば、レイトレーシング等の高精度伝搬特性解析手法が該当する。推定結果はメモリやディスク等に記憶する。推定結果の一例としては、受信電力（もしくは伝搬損失）または、受信電力（もしくは伝搬損失）と遅延スプレッド、または、各観測点における到来パス毎の遅延時間と受信電力（もしくは伝搬損失）からなるパスプロファイル等が考えられる。

【0044】

ステップZ0-8では、これまでに設置することと決定したすべての基地局に関わる第二の電波伝搬特性推定手法により計算し記録された電波伝搬特性の推定結果を参照し、各基地局の送信パワーならびに各基地局が守備するエリア（セル）を求めて、トラフィックカバー率 R_c を計算する。セルの規定は、サービスエリアを微小なエリアに分割し、微小エリアから最も伝搬損失が小さくかつ所望の受信品質を確保できる基地局を当該微小エリアが属する基地局と判断することにより行われる。

【0045】

ここで、各セルの大きさ・形状は、電波伝搬特性のみならず、各基地局の送信パワーや受信閾値の設定によっても変化する。ここで受信閾値とは、受信機において復調処理を行う際の判定閾値で、受信信号が当該閾値を満たさなければ復調は行われない。受信閾値は無線LAN等で活用されているキャリアセンス多重アクセス(CSMA)方式において、CSMA閾値やレシーバスレッシュリョルドなどとして知られている。各基地局が守備するエリアを求める際には、同時に基地局送信パワー並びに(もしくは)受信閾値の設定も行う必要がある。送信パワーが大きければ大きいほど、受信閾値が低ければ低いほど、セルは大きく広がり、セル内で発生するトラフィックも増加する。

【0046】

しかし、1基地局で処理可能なトラフィック量には上限が存在するため、送信パワーならびに(もしくは)受信閾値を操作し、両パラメータによって規定されるセルの内部で発生するトラフィック量が1基地局で処理可能な最大トラフィック量となるように両パラメータの値を設定する。なお、送信パワーならびに受信閾値にはそれぞれ値の設定可能範囲が存在するため、両パラメータの操作の際には、各々の設定範囲内で調整を行うことになる。

【0047】

このトラフィックカバー率 R_c の計算の際に、新たに設置することと決定した基地局に対するチャネル割当を再検討することも可能である。新たに設置することと決定した基地局へ割り当てられたチャネルは、第一の伝搬推定手法を用いて決定しているので、第二の伝搬特性推定手法によるより正確な伝搬特性を用いて再検討することで、より耐干渉性の強いチャネル割当を期待できるためである。チャネル割当の再検討処理は以下のように行う。まず、新たに設置した基地局が、第二の伝搬特性推定手法によって推定した伝搬特性で、各チャネルを使用したと想定して評価関数を再計算する。各チャネルのうち、最大の評価関数となるチャネルを使用する。

【0048】

以上のようにして設置した各基地局の送信パワーならびに当該基地局が守備す

るエリアの大きさ・形状を決定した後、設置することと決定した基地局群により吸収される総トラフィックのサービスエリア内全域で発生するトラフィック総量に対する割合を求め、これをトラフィックカバー率 R_c と規定する。

【 0 0 4 9 】

ステップZ0-9において、トラフィックカバー率 R_c と所定トラフィックカバー率 R_{th} とを比較し、 $R_c \leq R_{th}$ であるならばステップZ0-1へ戻り、 $R_c > R_{th}$ を満たすならば、基地局設置処理を完了する（ステップZ0-10）。

【 0 0 5 0 】

図 2 により説明した本発明の第一の実施例では、基地局を一局ずつ逐次追加することを特徴とする。基地局追加の段階でトラフィック量を考慮に入れることにより、トラフィック量の粗密に応じた適切な基地局設置設計が可能となり、輻輳による伝送品質の低下を防止できる。また、レイトレーシング等の高精度に予測された第二の電波伝搬特性推定により干渉量を考慮した基地局設置設計を行うため、干渉に対して耐性の高い置局設計が可能となる。高精度であるが多大な処理量を必要とする第二の電波伝搬特性推定評価は、基地局配置場所を決定した後にを行い、基地局追加探索処理時には処理量の少ない第一の電波伝搬特性推定手法を用いる。

【 0 0 5 1 】

すなわち、本発明によると、サービスエリア全域にわたる高精度な電波伝搬特性評価は、最終的に設置する基地局の数に等しい分だけを行えばよく、基地局配置候補点すべてについて、サービスエリア全域にわたる高精度な電波伝搬特性評価が必要な非特許文献 1 の手法に比べて基地局設置設計に要する時間を短縮することが可能になる。更に、特許文献 1 で開示された従来技術と比較すると、本発明では、配置設計者の経験・勘によらず、常に一定の効果を有する置局設計が可能となる。また、特許文献 2 で開示された従来技術と比較すると、非特許文献 1 との比較と同様、設計処理時間の大幅な短縮が可能となるなどの効果が指摘できる。

【 0 0 5 2 】

図 4 はトラフィック吸収量 T ならびに品質値 Q を引数とする評価関数 O の一例

を示す図である。トラフィック吸収量 T が高ければ高いほど、また品質値 Q が高ければ高いほど、より評価関数が大きくなるように設定を行う。図 4 に示すような評価関数を導入することにより、基地局設置設計時にトラフィック吸収量と品質値という 2 つの評価指標を統一して扱うことが可能になる。

【0 0 5 3】

なお、評価関数 O の例としては、

$$O = Q * T \quad \text{または、}$$

$$O = a * Q + b * T \quad (a, b \text{ は定数}) \quad \text{または、}$$

$$O = \alpha * Q + (1 - \alpha) * T \quad (\alpha \text{ は重み付け係数であり、} 0 < \alpha < 1)$$

等とすることができるが、これに限定されない。なお、上記各式において、 $*$ は乗算を示す。

【0 0 5 4】

さらに、配置場所候補点それぞれに設置優先度 P が設定された場合には、上記評価関数 O にさらに設置優先度 P を乗じて（もしくは重み付け後に加算して）これを評価関数として用いる場合がある。評価関数 O は、異なる A （配置場所候補点）と k （チャンネル）であっても同一の値となることがある。これは、各基地局のトラフィック吸収量を、基地局の収容可能な最大トラフィックに制限しているために発生することがある。そのため、補助的な判断材料として、異なる評価関数 O' （ T' ， Q' ）を用いることもある。例えば、評価関数 O' における T' では、 A P の収容可能な最大トラフィックを考慮しないことで、評価関数 O と異なる O' を二次的な判断材料として用いることができる。

【0 0 5 5】

次に、ある基地局配置候補に対してどのように評価関数 O が求められるかについて、具体的に説明を行う。図 5 は、本発明における評価関数 O の決定の様子を模式的に説明する図面である。図 5 において、サービスエリア $Z1-1$ が与えられ、トラフィック分布はサービスエリア $Z1-1$ 内で斜線で示した領域 $Z1-7$ ， $Z1-8$ のように与えられる。領域 $Z1-7$ と $Z1-8$ ではトラフィック発生密度が異なる。黒小円 $Z1-9$ は基地局設置場所候補点を、黒四角形 $Z1-4 \sim Z1-6$ は既設の基地局、または本発明に係る方法を用いて図 2 のステップ $Z0-6$ で設置することと決定した基地局を示す

。白四角形Z1-2はある配置場所候補点に設置した基地局候補を示しており、当該基地局候補に対して評価関数Oがどのように求められるかを以下に説明する。

【 0 0 5 6 】

まず、当該基地局候補Z1-2が形成するセルZ1-3を規定する。このときセルZ1-3の形状は、図2のステップZ0-2で求められる。セルZ1-3は、事前に固定的な形状を割り振る場合や、当該基地局候補Z1-2が放出する送信パワーならびに前記第一の電波伝搬特性推定手法により得られる伝搬損により決定する場合がある。後者の場合、送信パワーは、次のようにして決定する。すなわち、セル内において発生するトラフィック量が、1基地局で処理可能な最大トラフィック量となるように調整した送信パワーか、あるいは最大送信パワーのいずれか低いほうのものである。

【 0 0 5 7 】

送信パワーを求める方法の一例としては、以下のものが考えられる。まず、送信パワーを最大としたときのセルを想定し、当該セル内に吸収されるトラフィック量を算出し、この算出されたトラフィック量が1基地局で処理可能な最大トラフィック量よりも少なければ、送信パワーはこの基地局の最大パワーとし、セルは上記計算されたセルとする。また、当該算出されたトラフィック量が1基地局で処理可能な最大トラフィック量よりも大きいときは、この最大トラフィック量に対応するトラフィックを吸収するセルをカバーするだけの送信パワーをこの基地局の送信パワーとする。

【 0 0 5 8 】

トラフィック吸収量TはセルZ1-3内部で発生するトラフィックの総量と等しい。すなわち、セルZ1-3内部に含まれる領域Z1-7ならびにZ1-8のそれぞれ一部分で発生するトラフィック量である。

【 0 0 5 9 】

品質値Qは配置場所候補Z1-2で受信される既設基地局Z1-4～Z1-6からの干渉量の総和の関数で与えられ、干渉量の総和が低ければ低いほどより高くなるように設定する。例えば、品質値Qを干渉の総和に反比例するように規定する。各既設基地局Z1-4～Z1-6からの干渉量は干渉波送信パワーならびに配置場所候補までの

伝搬損失により決定する。干渉波送信パワーは固定値を用いる場合と、当該既設基地局に負荷されるトラフィックの大小に比例して設定する場合とがある。各既設基地局から配置場所候補点までの伝搬損失は前記第二の電波伝搬特性推定手法で計算され、記憶されている高精度な伝搬損失推定の結果が適用される。

【0060】

以上のようにして、トラフィック吸収量 T ならびに品質値 Q を求めた後、図4にて例示した評価関数 O により算出する。

【0061】

図5にて説明した評価関数 O 決定に関する実施形態によると、基地局候補により形成されるセル内で発生するトラフィック量ならびに当該基地局にて受ける干渉量を考慮した基地局設置設計が可能となる。基地局配置場所候補点に基地局を設置した場合に、当該基地局で処理されるトラフィック量が多い設置場所ほど、また干渉量が少ない設置場所ほど優先的に基地局設置が行われることを特徴とする。

【0062】

図6は図5におけるトラフィック吸収量 T の規定に関する別の実施形態を示したものである。図6において、Z2-1, Z2-4, Z2-5はそれぞれ既設基地局、または本発明の方法に係る方法を用いて図2のステップZ0-6で設置することと決定した基地局を示し、Z2-9は基地局候補を示している。Z2-1, Z2-4, Z2-5の各既設基地局により形成されるセルは、それぞれZ2-2, Z2-3, Z2-6であり、基地局候補Z2-9により形成されるセルはZ2-10である。

【0063】

既設基地局 (Z2-1, Z2-4, Z2-5) により形成されるセルの決定に際しては、前記第二の電波伝搬特性推定手法により計算し記憶 (図2のZ0-7) されている高精度な伝搬損失推定の結果を適用し、また、サービスエリア内の微小エリア毎に適切な基地局選択が行われることを想定する。ここで、微小エリア毎の基地局選択とは、ある微小エリアに端末が存在するとした場合に、所望の受信品質を満たす最も伝搬損失が小さい基地局と接続する行為、もしくは所望の受信品質を満たすもっとも受信品質あるいは受信電力が高い通信を実現可能な基地局と接続する行為を

指す。すなわち、当該基地局選択が行われることにより、サービスエリア内の各場所において最も良好な通信品質が確保できるようなセル境界が形成される。

【 0 0 6 4 】

ただし、各微小エリアは、基地局選択時に際し、基地局候補Z2-9を選択せず、基地局候補Z2-9のセル境界は、固定形状、あるいは前記第一の電波伝搬特性推定手法により求められるZ2-10 のような形状である。こうして形成されたセル境界内で発生するトラフィックを、当該セルを受け持つ基地局が吸収することになる。

【 0 0 6 5 】

なお、一つの基地局が収容できるトラフィック量に限界値を設定し、上記で求められたセル境界内で発生するトラフィック量と基地局の許容トラフィック量のどちらか低い方を、当該セルで収容するトラフィック量とすることもできる。

【 0 0 6 6 】

図 6 にて示したトラフィック吸収量 T の規定に関する別の実施形態においては、セルZ2-10 に対するトラフィック吸収量 T の算出時に、すでに既設の基地局Z2-4、Z2-5がカバーしている領域Z2-7、Z2-8内で発生するトラフィックを除外することを特徴とする。既設基地局によりすでに吸収されているトラフィックを新規に追加する基地局にかかるトラフィック量 T から除外することにより、より正確なトラフィック量 T の見積もりが可能となる。

【 0 0 6 7 】

図 7 はトラフィック吸収量 T の規定に関する更なる実施形態を示している。図 7 において、Z6-1、Z6-4、Z6-5はそれぞれ既設基地局、または本発明に係る方法を用いて図 2 のステップZ0-6で設置することと決定した基地局を示し、Z6-9は基地局候補を示している。Z6-1、Z6-4、Z6-5の各既設基地局により形成されるセルはそれぞれZ6-2、Z6-3、Z6-6であり、基地局候補Z6-9により形成されるセルはZ6-10 である。既設基地局により形成されるセルの決定に際しては、前記第二の電波伝搬特性推定手法により計算し記憶されている高精度な伝搬特性損推定の結果（図 2 のステップZ0-7）を適用する。また、基地局候補Z6-9により形成されるセルは、前記第一の電波伝搬特性推定手法により計算される伝搬特性推定の結果を

用いて求める。サービスエリア内の微小エリア毎に適切な基地局選択が行われることを想定する。

【 0 0 6 8 】

ここで、微小エリア毎の基地局選択とは、ある微小エリアに端末が存在するとした場合に、所望の受信品質を満たす最も伝搬損失が小さい基地局と接続する行為、もしくは所望の受信品質を満たすもっとも受信品質あるいは受信電力が高い通信を実現可能な基地局と接続する行為を指す。すなわち、当該基地局選択が行われることにより、サービスエリア内の各場所において最も良好な通信品質が確保できるようなセル境界が形成される。こうして形成されたセル境界内で発生するトラフィックを、当該セルを受け持つ基地局が吸収することになる。

【 0 0 6 9 】

なお、一つの基地局が収容できるトラフィック量に限界値を設定し、上記で求められたセル境界内で発生するトラフィック量と基地局の許容トラフィック量のどちらか低い方を、当該セルで収容するトラフィック量とすることもできる。

【 0 0 7 0 】

図 7 にて示したトラフィック吸収量 T の規定に関する更なる実施形態においては、既設基地局 Z6-1, Z6-4, Z6-5 ならびに基地局候補 Z6-9 により吸収されるトラフィックの総量をトラフィック吸収量 T とすることを特徴とする。

【 0 0 7 1 】

トラフィック吸収量 T としてサービスエリア内の既設基地局ならびに基地局候補によりに吸収されるトラフィック総量とすることにより、サービスエリア全体として最大のトラフィック吸収量を達成するような基地局候補を新たに追加する基地局として選定することが可能となる。

【 0 0 7 2 】

図 8 は図 5 における品質値 Q の規定に関する別の実施形態を模式的に示したものである。白四角形で示した基地局候補 Z3-5 に接続する白三角形で示した評価端末 Z3-6 を想定し、当該評価端末 Z3-6 において観測される希望信号受信電力と干渉信号受信電力の比 (D/U 比) により品質値 Q を規定する。希望信号電力の計算には前記第一の電波伝搬特性推定手法により計算される伝搬損失を用いる。第一の

電波伝搬特性推定手法として、距離の指数乗で減衰する距離減衰量を用いる場合には、基地局候補Z3-5から評価端末Z3-6までの直線距離Z3-10 を距離として用いる。

【 0 0 7 3 】

Z3-1～Z3-3はそれぞれ既設基地局または本発明に係る方法を用いて図 2 のステップZ0-6で設置することと決定した基地局を示す。干渉信号電力の計算には、各基地局Z3-1～Z3-3から評価端末Z3-6までの伝搬損失ならびに各既設基地局が放出する干渉信号送信電力により決定する。各既設基地局Z3-1～Z3-3から放出される干渉信号送信電力は固定とする場合、各々の既設基地局にかかるトラフィック量に応じて決定する場合とがある。前記各既設基地局から評価端末までの伝搬損失は、前記第二の電波伝搬特性推定手法により推定され、記憶されている高精度な伝搬損失値を用いる。

【 0 0 7 4 】

前記評価端末Z3-6を、前記基地局候補Z3-5が形成するセルZ3-4内の各所に発生させて前記D U比を求め、平均化を行うことで品質値Qを規定する。その際、当該セルZ3-4内においてトラフィックが発生しない場所については平均化処理の対象としない場合がある。あるいは、当該セルZ3-4内におけるトラフィック密度の大きさに応じて重み付けを行い平均化する場合がある。

【 0 0 7 5 】

図 8 に示した品質値Qの規定に関する別の実施形態によると、品質値に仮想的な評価端末で観測されるD U比を用い、基地局候補が形成するセル内で平均化することにより、セル内を面的に見渡したより厳密な品質評価を行うことが可能となる。

【 0 0 7 6 】

図 9 は図 5 における品質値Qの規定に関するさらなる実施形態を模式的に示したものである。評価端末Z4-4をサービスエリア内全域で走査し、各評価端末配置場所においてD U比を求め、所要D U比を満足する割合を品質値Qとして規定する。評価端末は当該端末を設置した場所から最も高い受信電力で通信を行うことが可能な既設基地局、もしくは基地局候補と接続するものとし、干渉電力は当該

端末と接続するとした基地局以外の既設基地局、もしくは基地局候補からの干渉信号電力の総和とする。この総和が小さいほどより高い品質値となるように、当該品質値が決定される。

【 0 0 7 7 】

図 9 の例においては、評価端末 Z4-4 は既設基地局 Z4-2 と接続し、したがって、干渉電力は既設基地局 Z4-1、Z4-3 および基地局候補 Z4-5 から評価端末 Z4-4 へ到来することになる。サービスエリア内でトラフィックが発生しない場所については、品質値 Q を測定する評価の対象としない場合がある。あるいは、サービスエリアにおけるトラフィック密度の大きさに応じて D U 比を重み付け加算することにより品質値 Q を規定する場合がある。

【 0 0 7 8 】

基地局候補と評価端末とを結ぶ伝搬損失は、前記第一の電波伝搬特性推定手法により計算される伝搬損失により与える。既設基地局と評価端末とを結ぶ伝搬損失は、前記第二の電波伝搬特性推定手法により推定し記憶している伝搬損失値を用いる。各既設基地局ならびに基地局候補から放出される干渉信号放出電力は固定とする場合、各々の基地局にかかるトラフィック量に応じて決定する場合とがある。

【 0 0 7 9 】

図 9 に示した品質値 Q の規定に関する更なる実施形態によると、基地局候補を追加する際に、基地局候補内で観測される品質値だけでなく、当該基地局候補を追加したことにより他のセルにて観測される品質値劣化の影響までも考慮した基地局設置設計が可能となる。

【 0 0 8 0 】

図 1 0 は図 2 に示した動作フローを実現するための置局設計装置 D 0 0 1 を概略機能ブロックとして示したものである。入力情報 1 としては、サービスエリアの地図情報、トラフィック分布情報、基地局設置候補点情報及び所定トラフィックカバー率 R_{th} (図 2 のステップ Z0-9 参照) となる。評価関数 O 測定記録部 2 は、前述した第一の電波伝搬推定手法を実行するための第一の電波伝搬推定エンジン 3 を用いてトラフィック吸収量 T 及び品質値 Q を計算し、これ等 T 及び Q に応

じた評価関数 O を計算して、図3に示した様にメモリ部（特に図示せず）に記録するものである。

【0081】

基地局設置、電波伝搬特性評価部4は、最大の評価関数 O が得られた基地局設置場所候補点に基地局を設置することを決定すると共に、前述した第二の電波伝搬推定手法を実行するための第二の電波伝搬推定エンジン5を用いて、この新たに設置すると決定した基地局を送信点とし、サービスエリア内の電波伝搬特性を推定し、メモリ部へ記録するものである。

【0082】

トラフィックカバー率評価部6は、各基地局の送信パワー並びに各基地局が守備するエリアを求め、トラフィックカバー率 R_c を算出するものである。置局設計終了判定部7は、トラフィックカバー率 R_c が所定トラフィックカバー率 R_{th} を超えるかどうか判定し、超えたときには置局設計終了の判定をなすものである。そして、出力情報8として、基地局配置結果、チャネル、送信パワー等のパラメータ設定結果が出力されることになる。

【0083】

図11は本発明の基地局設置設計アルゴリズムにおける第2の実施例を示すフローチャートである。この第2の実施例は、図2の第一の実施例で述べた処理の後に引き続き実施されることを特徴とする。ステップZ5-1は図2で述べた第一の実施例の処理全体を示す。第一の実施例で述べた処理が完了後、ステップZ5-2において、既設の基地局をそれぞれ削除した場合のトラフィックカバー率である修正トラフィックカバー率 R_m を求め、図2の第一の実施例により最終的に得られるトラフィックカバー率 R_c と R_m の差を求め、 $R_c - R_m$ が最小となる基地局 D を求める。

【0084】

このとき、 R_m は、図2のZ0-7で、第二の電波伝搬推定手法を用いて求めた推定結果を用いて求める。一例としては、先ず、削除する既設基地局を決めて、当該基地局を削除すると想定した場合に、他の基地局の各々が形成するセルを求め、当該セルでカバーするトラフィックの総量のサービスエリア全域で発生する

総トラフィック量に対する割合により R_m を与える、という方法で R_m を求めることができる。

【0085】

このステップZ5-2の代わりに、すなわち、 $R_c - R_m$ が最小となる基地局を選択する代わりに、各基地局を削除した場合の評価関数 $O(T, Q)$ を計算し、削除したときの評価関数 O が最大となる基地局を削除候補基地局として選択しても良い。この場合、評価関数によって選択した基地局を削除した場合のトラフィックカバー率 R_m を求め、次のステップへ移行する。

【0086】

ステップZ5-3において、基地局Dを削除するとした場合の修正トラフィックカバー率 R_m が、トラフィックカバー率の閾値 R_{th} よりも尚大きいかな否かを判定する。 $R_m > R_{th}$ を満たすようであれば、ステップZ5-4において基地Dを既設基地局から削除し、満たさないならばステップZ5-6へ進み基地局設置設計を終了する。

【0087】

ステップZ5-4において基地局Dを削除した後、ステップZ5-5において再度各基地局の送信パワーならびに各基地局が守備するエリアを求め、トラフィックカバー率 R_c を再計算する。ステップZ5-5における詳細な処理は図2で述べた第一の実施例におけるステップZ0-8の処理と等しい。ステップZ5-4終了後、再びZ5-2以降を繰り返す。

【0088】

図11にて説明した本発明の第二の実施例によると、第一の実施例で設置した基地局のうち無駄な基地局を削除することが可能となる。図2で述べた第一の実施例では、追加するセルについては処理量が少ないが、推定精度の低い第一の電波伝搬特性推定手法を用いることに起因し無駄に設置されてしまう基地局、すなわちトラフィックカバー率の向上に対してあまり寄与しない基地局が発生する可能性がある。第二の実施例では、このような無駄な基地局を削除することにより、必要最小数の基地局配置を実現することが可能になる。

【0089】

図 1 2 は図 1 1 に示した動作フローを実現するための置局設計装置 D 0 0 2 を概略機能ブロック図として示したものであり、図 1 0 と同等部分は同一符号により示している。図 1 0 に示した置局設計装置 D 0 0 1 の後段に接続されて動作するものであり、削除基地局決定部 9 は図 1 0 の置局設計装置 D 0 0 1 の出力を受けて、削除すべき基地局を決定するものである。この削除基地局決定の手法は、図 1 1 のフローにおけるステップ Z5-2～Z5-5 の処理である。

【 0 0 9 0 】

置局設計終了判定部 1 0 は削除基地局決定の終了を判定するものであり、また、基地局削除部 1 1 は削除基地局決定部 9 にて決定された基地局の削除を行うものである。こうして得られた最終的な出力情報 8 ' が得られることになり、図 1 0 で示した出力情報 8 から基地局削除部 1 1 で削除された基地局配置結果、チャネル、送信パワー等パラメータ設定結果が得られる。

【 0 0 9 1 】

図 5 から図 9 を用いて説明したエリアよりもより広域のエリアについてセル設計を行いたい場合がある。そのような場合の本発明におけるセル設計手法について、図 1 3 を用いて一例を説明する。図 1 3 は図 5 等よりさらに広いエリアのセル設計を行う場合を示している。図 1 3 に示した設計エリアを互いに重畳する 2 つのエリア X01, X02 に分割する。まず、エリア X01 について上記で述べた本発明のセル設計手法により置局設計を行う。このようにして設計された基地局群が、X03-i (i = 1 ~ 4) として、図 1 3 中に示されている。

【 0 0 9 2 】

エリア X01 を設計後、次にエリア X02 の設計を行う。太枠で示したエリア X02 は細枠で示したエリア X01 と重畳しており、エリア X02 にはすでに X01 において設計された基地局 X03-4, X03-3 が含まれている。エリア X02 の設計の際には、基地局 X03-3, X03-4 を既設基地局として考慮し、当該基地局設置場所以外の配置場所候補点について上述のセル設計手順に従いセル設計を行う。

【 0 0 9 3 】

例えば、一県全域のセル設計を行う場合等には、膨大な数の基地局配置場所候補についてセル設計を行う必要があり、メモリや必要な計算量が膨大なものとな

ってしまうことが予想される。このような広域のセル設計を行う場合にも、本発明によると、細切れに分割したエリアを複数抽出することにより、メモリや計算量の削減を達成することが可能となる。その際に、互いに隣接するエリア同士を意図的に重畳させることにより、あるエリアAのセル設計を行う際に、Aと隣接するエリアBにおいて、すでに設置済みの基地局からの干渉を考慮したセル設計が可能となる。

【0094】

また、対象とするサービスエリアにすでに基地局が実際に設置されている場合、当該基地局の位置情報、設定チャンネル情報、送信パワー情報等を事前に設定した上で、上述の本発明によるセル設計を行えば、これらの干渉を考慮に入れた上での新規追加基地局の設計が可能となる。

【0095】

また、段落「0031」に記載したように、基地局配置場所候補点として、XYZ座標と設置方位を含む情報を与えることがあるが、使用できるアンテナの種類が複数である場合、アンテナの種類と設置方位により、受信特性は異なる。このため、使用できるアンテナの種類が複数である場合、アンテナの種類と設置方位をパラメータとして、評価関数を計算することにより、より詳細な設計が可能となる。その場合、段落「0035」では、通信品質値 $Q(A, k)$ を、基地局を設置する場所Aと、使用するチャンネルkの関数として定義したが、 $Q(A, k, t, d)$ として、アンテナの種類tと基地局の設置方位dを要素として加える必要がある。

【0096】

通信品質値を $Q(A, k, t, d)$ とする場合の処理フローを、図2に基づいて説明する。図2のステップZ0-2において、品質値Qは基地局設置場所候補点A、チャンネルk、アンテナ種類t、設置方位dの全ての組み合わせに対して計算される。また、ステップZ0-3において計算される評価関数は $O(t(A), Q(A, k, t, d))$ となり、メモリにおける記録内容としては、図14のようになる。すなわち、インデックス番号A(A1, A2, …として示す)で示される各基地局候補点におけるチャンネルk、アンテナ種類t、設置方位dにそれぞれ対応

して、 $T(A)$ 、 $Q(A, k, t, d)$ 、 $O(T(A), Q(A, k, t, d))$ がそれぞれ記録されることになる。

【0097】

この例では、チャンネル数3、アンテナ種類数2で、アンテナ $t=1$ に対しては設置方位が2パターン、アンテナ $t=2$ に対しては設置方位が4パターンの場合を示している。設置方位は、アンテナの指向性によって変化させる。例えば、無指向のアンテナの場合には、設置方位を変化させる意味を持たないので1パターンのみとするように、指向性の鋭さによって、方位数が決定されるためである。ステップZ0-6においては、最大の評価関数を得る設置場所候補点、チャンネル、アンテナ種類、設置方位を当該基地局に設定する。

【0098】

また、図10と図12に示した置局設計装置D001およびD002において、品質値 Q の要素としてアンテナ種類と設置方位が加わった場合、出力情報8、8'として、基地局配置結果、チャンネル、送信パワー等に加え、アンテナ種類と設置方位も同時に出力されることになる。

【0099】

以上のように、評価関数を計算することによって、複数選択できるアンテナの種類のうちから適切なものを選択し、アンテナの適切な設置方位を決定することが可能となる。

【0100】

また、本発明は、従来技術と比較して、計算処理時間の短縮が図られるものの、基地局配置場所候補点と受信品質観測点の数により、なお多数の計算処理を行う必要が生ずることがある。この処理に要する時間をさらに短縮するため、本発明を実行するための処理プログラムを並列計算可能な形に変更して、実行することができる。並列計算を行うと、複数計算機を用いて同時に計算を行うことができるので、計算時間の短縮を行うことができる。並列計算を行った後に、各計算機で得た結果を集計し、処理を続行する。並列計算が有効となる箇所として、図2におけるステップZ0-1～Z0-5の、第一の電波伝搬特性推定手法を用いて、最大の評価関数を得るパラメータを探索する箇所が挙げられる。

【0101】

第一の伝搬推定手法による伝搬解析は、全てのトラフィック存在点（T点とする）と基地局設置場所候補点との間で算出する必要がある。図2に示したフローでは、品質値Qとトラフィック吸収量Tを算出する毎に第一の電波伝搬特性推定手法による伝搬特性を算出するように記載していたが、実装上は、予め算出して、記録しておき、品質値Qとトラフィック吸収量Tの算出時には、記録した値を引き出して用いる形にする。この全基地局配置場所候補点を送信点とした第一の電波伝搬推定手法を用いた伝搬特性計算は、各基地局配置場所候補点で独立に計算可能なので、並列処理を行うことができる。また、評価関数の計算についても、設置条件毎に独立に計算可能であり、並列処理を行うことができる。以下、並列処理の手法を詳細に述べる。

【0102】

伝播特性を求める対象はトラフィックの発生点数 N ×基地局設置場所候補点数 M となる。図15のように、求めるべき伝播特性は伝播特性11～ NM まで、 $N * M$ 通り存在する（ $*$ は乗算を意味する）。これを並列処理可能な計算機数 P で分割して、それぞれの計算機に $N * M / P$ 分の伝播特性を計算させる。それぞれの計算機で得られる結果を結合させることによって、伝播特性11～ NM まで全ての結果を得ることができる。並列処理の結果を結合させるには、通信のオーバーヘッドを要するため、図中の計算時間には α が付加されている。

【0103】

また、並列処理を行う計算機の計算能力が異なる場合、同一の処理量を分割すると、結果を得るまでの時間に大きな隔たりを生じ、処理速度の遅い計算機が結果を得るまで、他の計算機資源が無駄になることがある。このため、計算が必要な対象を、より小さい単位に分割して（最小で一つの伝播特性毎）、各計算機に計算させ、結果が得られた段階で、まだ計算の終わっていない箇所を順次処理させるという方法を用いることもできる（図16参照）。

【0104】

設置パラメータ毎の評価関数算出は、設置候補場所点数（ M ）×チャンネル数（ C ）×アンテナ種類数（ T ）×設置方位数（ D ）のパターン数だけ行う必要があ

る。これを高速化するために、上記と同様に計算機の並列処理を行う。全パターン数は $M * C * A * D$ となるので、同一の処理能力を持つ計算機群（計算機数 P ）を用いる場合には、各計算機に、 $M * C * A * D / P$ の処理を割り当て、計算を行わせる。異なる処理能力を持つ計算機を使用する場合には、図 1 6 と同様に行う。

【0 1 0 5】

以上のように、第一の伝搬特性推定手法を用いた推定、および評価関数の算出を並列処理することによって、計算時間の短縮を図ることができる。

【0 1 0 6】

また、本発明は、現実に予め設置されている基地局に対して、チャネル、送信電力、アンテナの種類、設置方位等を決定するために使用することも可能である。そのためには、基地局設置場所候補点として、既に設置されている基地局の位置を指定し、図 2 におけるステップZ0-9の判定基準を、トラフィックカバー率ではなく、全基地局設置候補点への設置完了とすることで実現できる。この結果、各基地局における、チャネル、送信電力、使用アンテナ、設置方位を適切な値に設計することが可能である。

【0 1 0 7】

この方法では、基地局の設置場所があらかじめ決定されているので、多数の基地局設置場所候補点を送信点とした伝搬推定を行う必要がない。従って、ステップZ0-2において第一の伝搬推定手法を用いずに、第二の伝搬推定手法のみを用いて行うことで、より正確な伝搬推定結果を反映させることが可能である。

【0 1 0 8】

なお、上記実施例では、サービスエリアを二次元的なものとして説明したが、これは内容の把握を容易にするための例であって、三次元空間にも同様に適用可能である。また、以上述べた各動作処理のフローは、予め記録媒体にプログラムとして格納しておき、これをコンピュータに読取らせて、実行させるように構成することができることは勿論である。

【0 1 0 9】

【発明の効果】

本発明によれば、基地局を逐次追加していく際に、トラフィック吸収量と通信品質値との少なくとも一方を引数とする評価関数を定義して、この評価関数に応じて追加する方法を採用したので、基地局配置場所の選定には定量的な判断が可能となり、人間の勘や経験に左右されないという効果がある。

【0110】

また、本発明によれば、基地局候補の中から追加すべき基地局を決定する際に実施される電波伝搬特性評価には、処理量が少ない手法を用い、決定後に実施する電波伝搬特性評価には処理量が多いが高精度である手法を適用し、この追加後に行う高精度電波伝搬特性評価の結果は、新たに追加する基地局の配置場所を選定する際の干渉量の見積もりに活用することで、基地局設置設計処理の大半を占める電波解析処理の量を低減し、高速な基地局設置設計を可能とするという効果がある。

【0111】

さらに、本発明によれば、上記の追加基地局群からトラフィックカバー率増大に寄与しない基地局を逐次削除することにより、必要最小数の基地局配置を実現することが可能になり、この追加設置された既設基地局群は、各々を送信点とするサービスエリア全域での高精度電波解析が完了しているため、基地局を逐次削除する際には新たな電波解析の必要はないので、高速に処理できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

サービスエリア、基地局配置候補点、トラフィック分布の規定を示す図である。

【図2】

本発明の基地局設置設計アルゴリズムにおける第一の実施例の動作を示すフローチャートである。

【図3】

各基地局候補点におけるトラフィック吸収量 T 、品質値 Q 及び評価関数 O のメモリ上における記録内容の例を示す図である。

【図 4】

評価関数 O の一例を示す図である。

【図 5】

本発明の実施形態を示す模式図である。

【図 6】

トラフィック吸収量 T の規定に関する別の実施形態を示す図である。

【図 7】

トラフィック吸収量 T の規定に関するさらなる実施形態を示す図である。

【図 8】

品質値 Q の規定に関する別の実施形態を示す図である。

【図 9】

品質値 Q の規定に関するさらなる実施形態を示す図である。

【図 1 0】

本発明の第一の実施例の装置構成を示す機能ブロック図である。

【図 1 1】

本発明の基地局設置設計アルゴリズムにおける第二の実施例の動作を示すフローチャートである。

【図 1 2】

本発明の第二の実施例の装置構成を示す機能ブロック図である。

【図 1 3】

本発明の実施例において、より広域のセル設計を行う場合の例を説明する図である

【図 1 4】

各基地局候補点におけるトラフィック吸収量 T、品質値 Q 及び評価関数 O のメモリ上における記録内容の他の例を示す図である。

【図 1 5】

本発明の実施例における処理を、複数の計算機を使用して並列処理する場合の例を示す図である。

【図 1 6】

本発明の実施例における処理を、複数の計算機を使用して並列処理する場合の他の例を示す図である。

【図 1 7】

従来技術を説明するための図である。

【図 1 8】

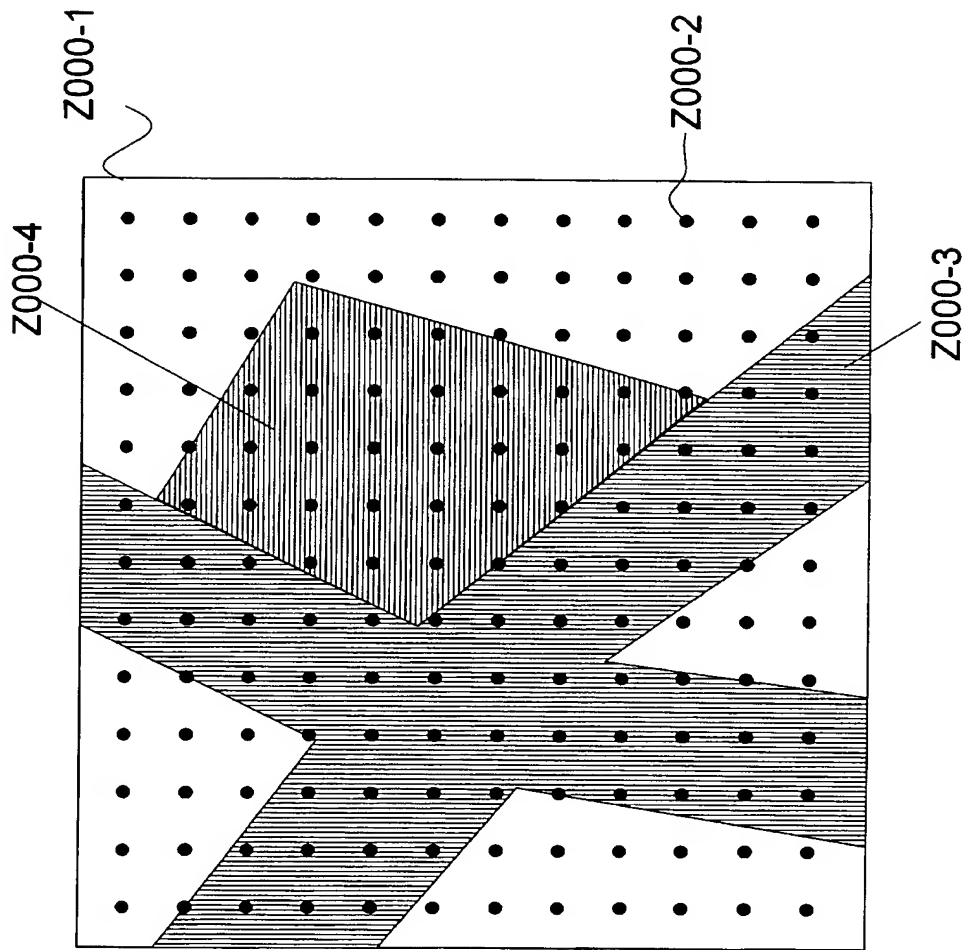
別の従来技術を説明するための図である。

【符号の説明】

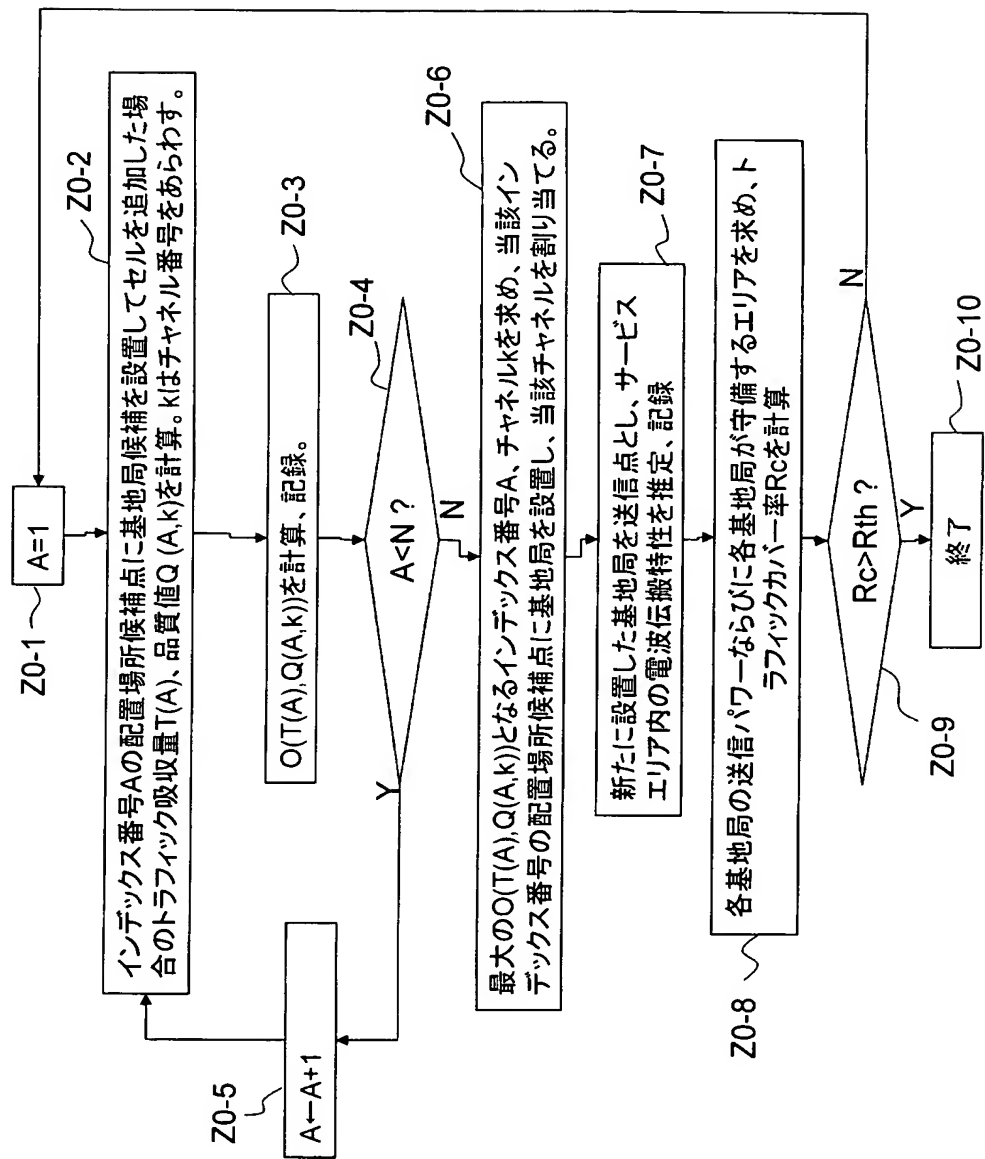
1	入力情報
2	評価関数 O 測定記録部
3	第一の電波伝搬推定エンジン
4	基地局設置、電波伝搬特性評価部
5	第二の電波伝搬推定エンジン
6	トラフィックカバー率評価部
7, 1 0	置局設計終了判定部
8	出力情報
9	削除基地局決定部
1 1	基地局削除部
D 0 0 1, D 0 0 2	置局設計装置

【書類名】 図面

【図 1】



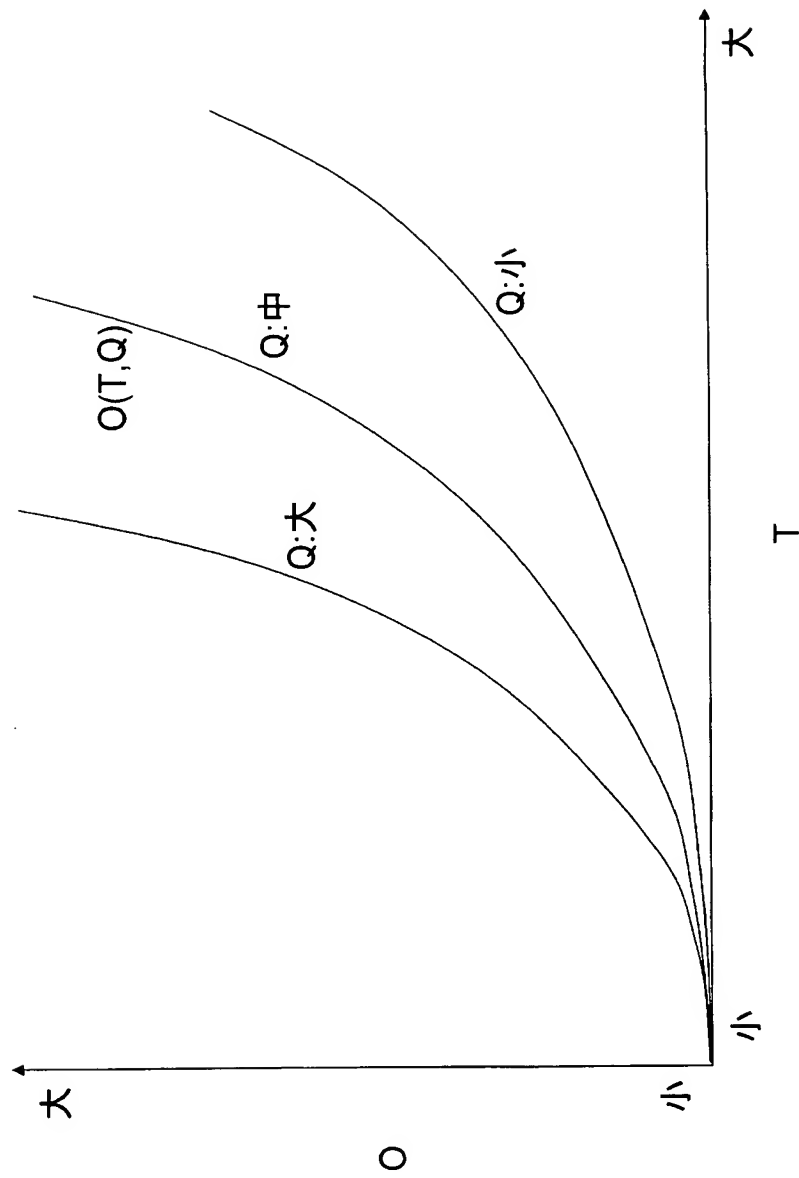
【図 2】



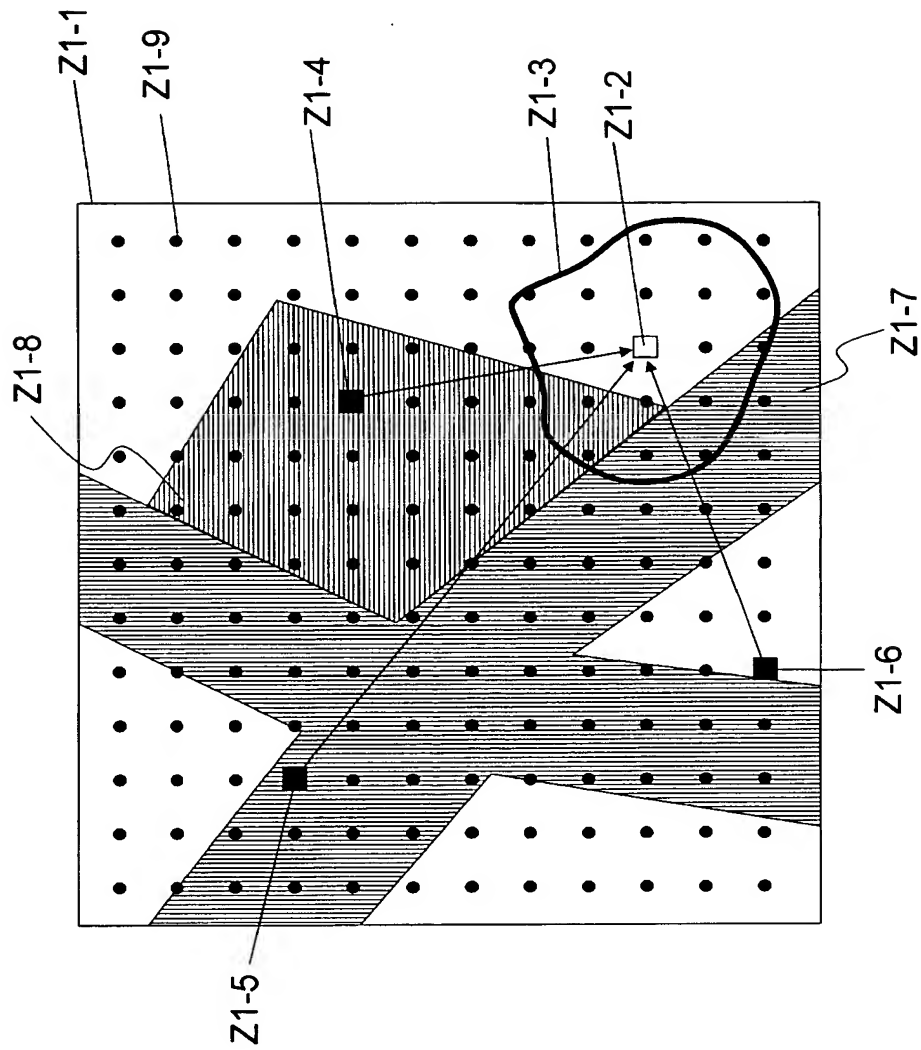
【図 3】

基地局候補点	チャネル	$T(A), Q(A, k)$	$O(T, Q)$
A1	$k=1$		
	$k=2$		
	$k=3$		
	$k=4$		
A2	$k=1$		
	$k=2$		
	$k=3$		
	$k=4$		

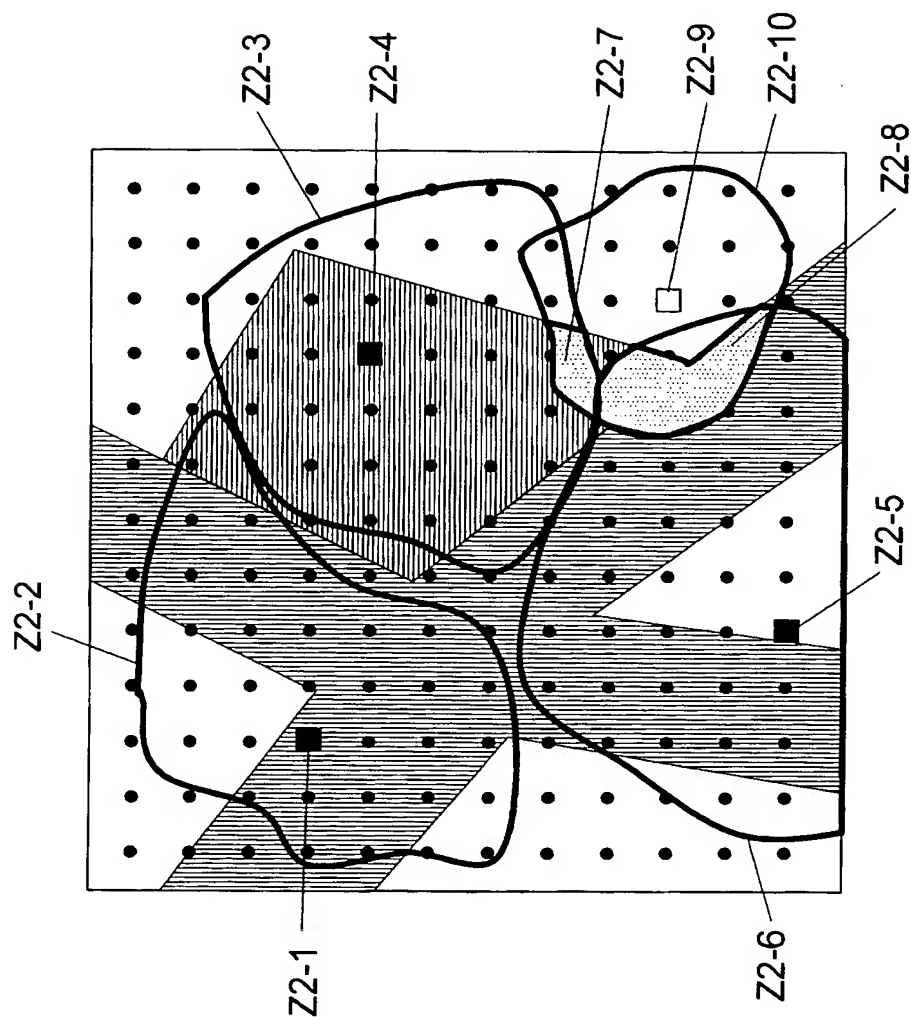
【図 4】



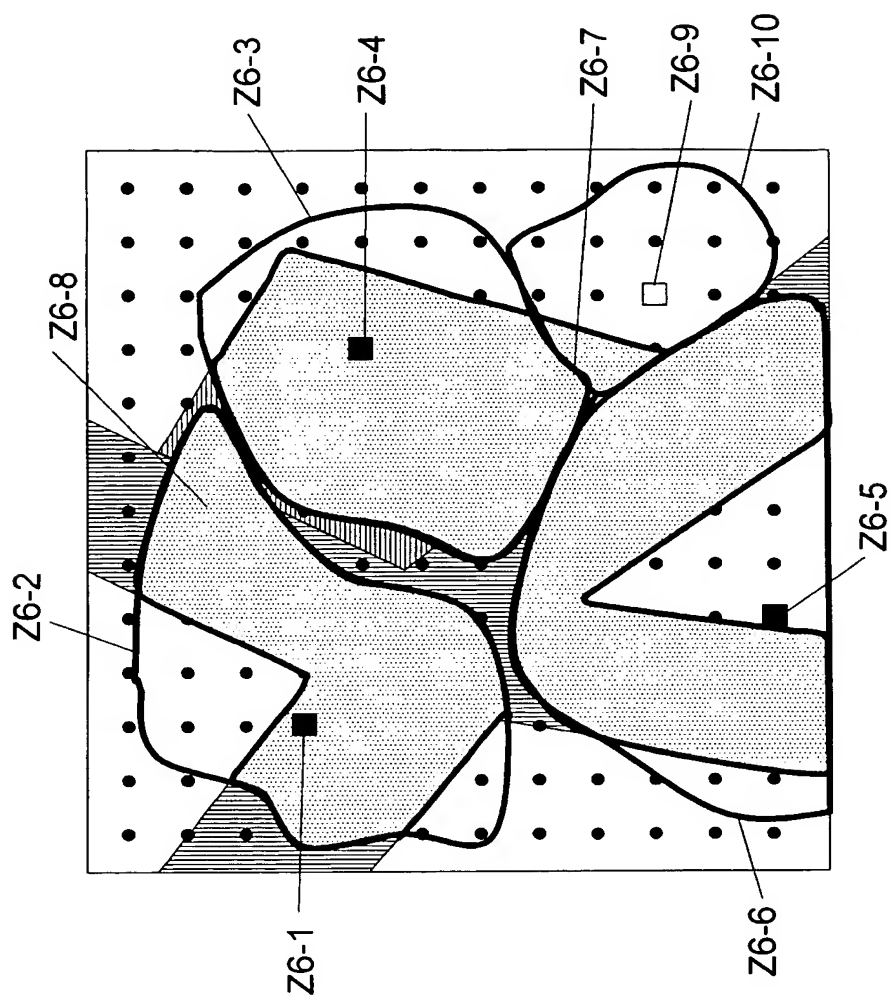
【図 5】



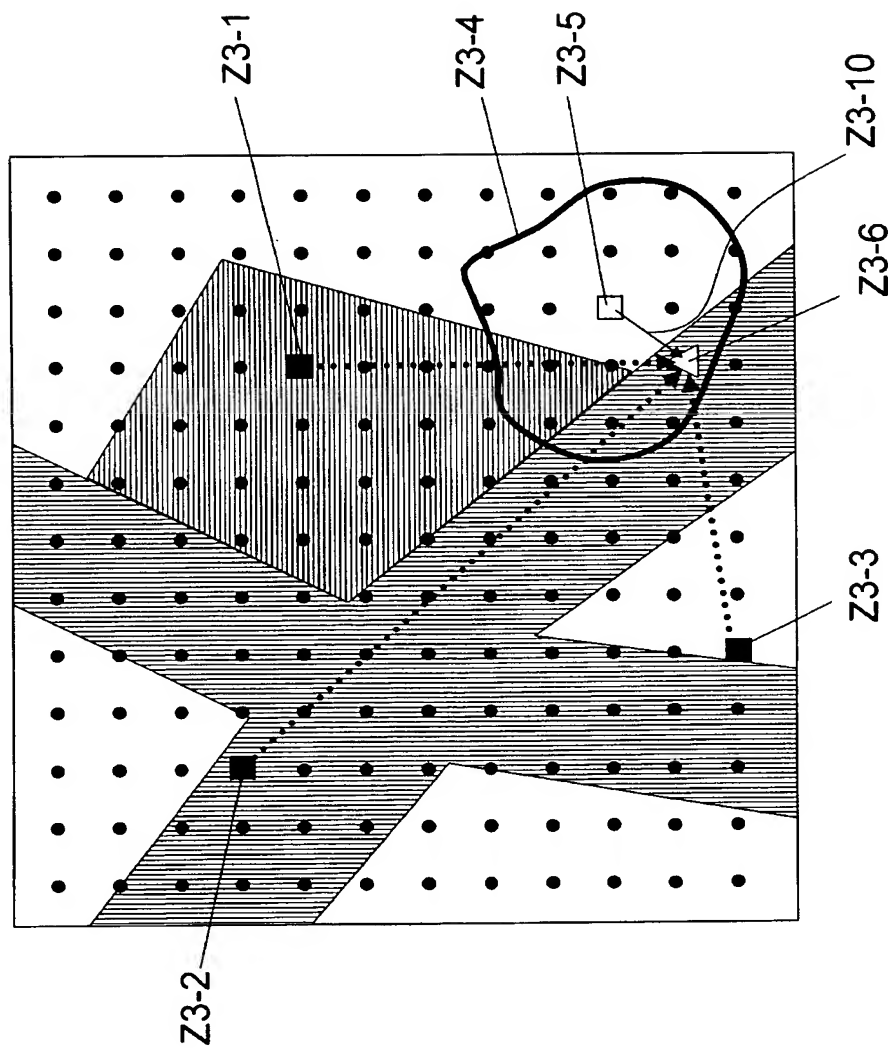
【図 6】



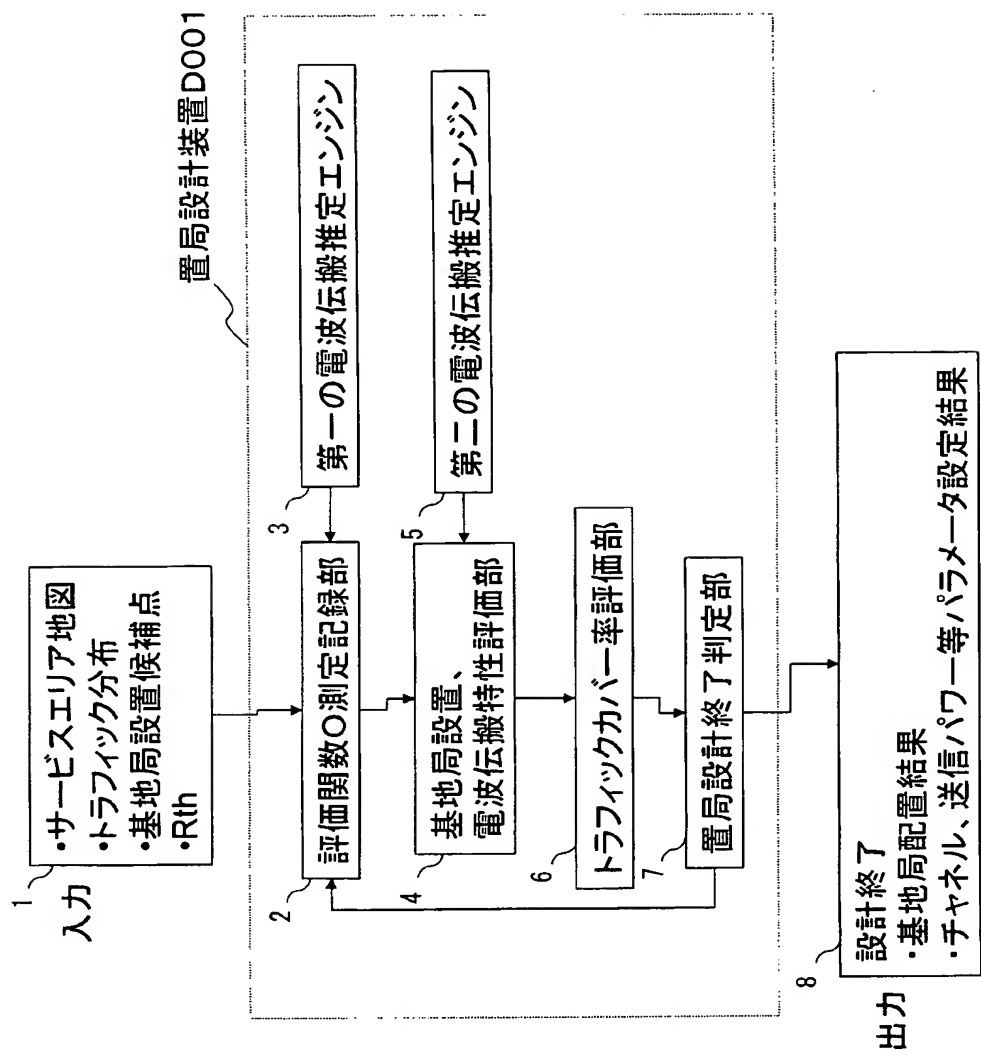
【図 7】



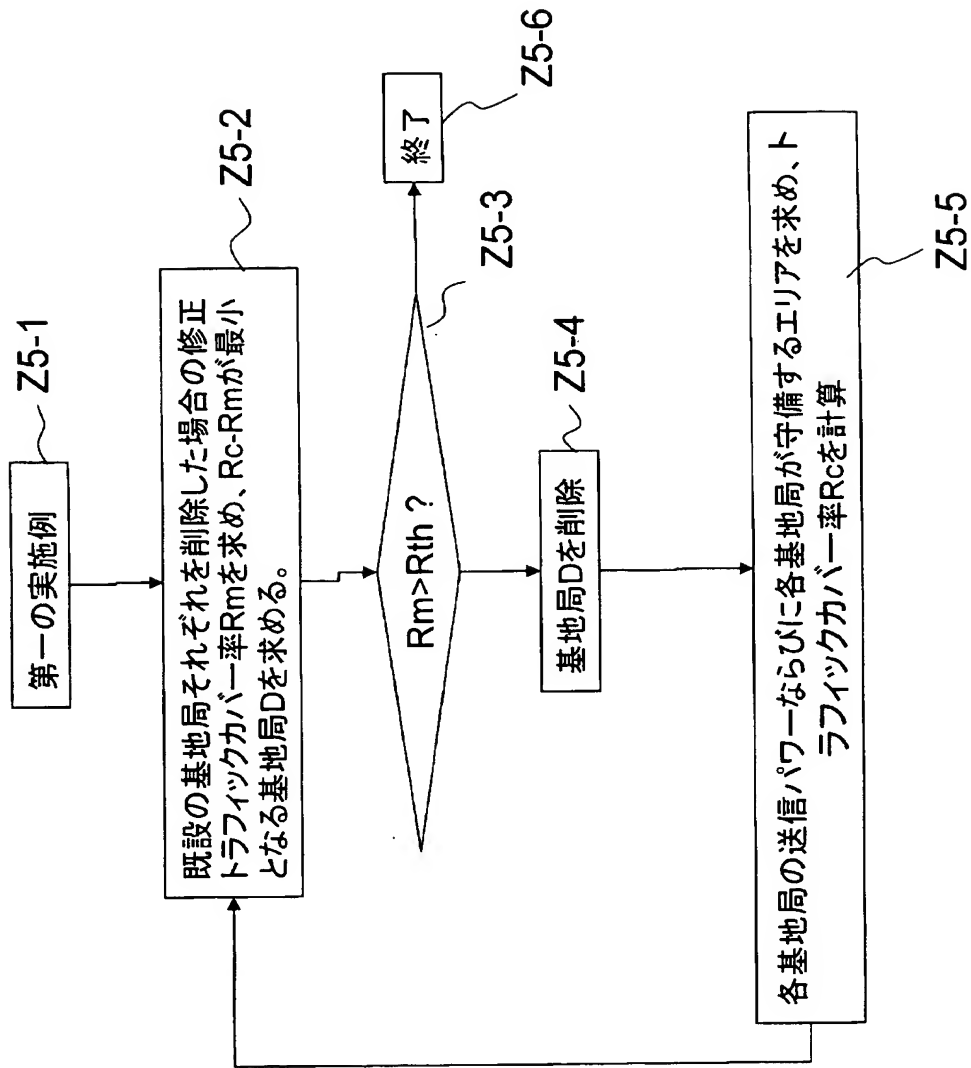
【図 8】



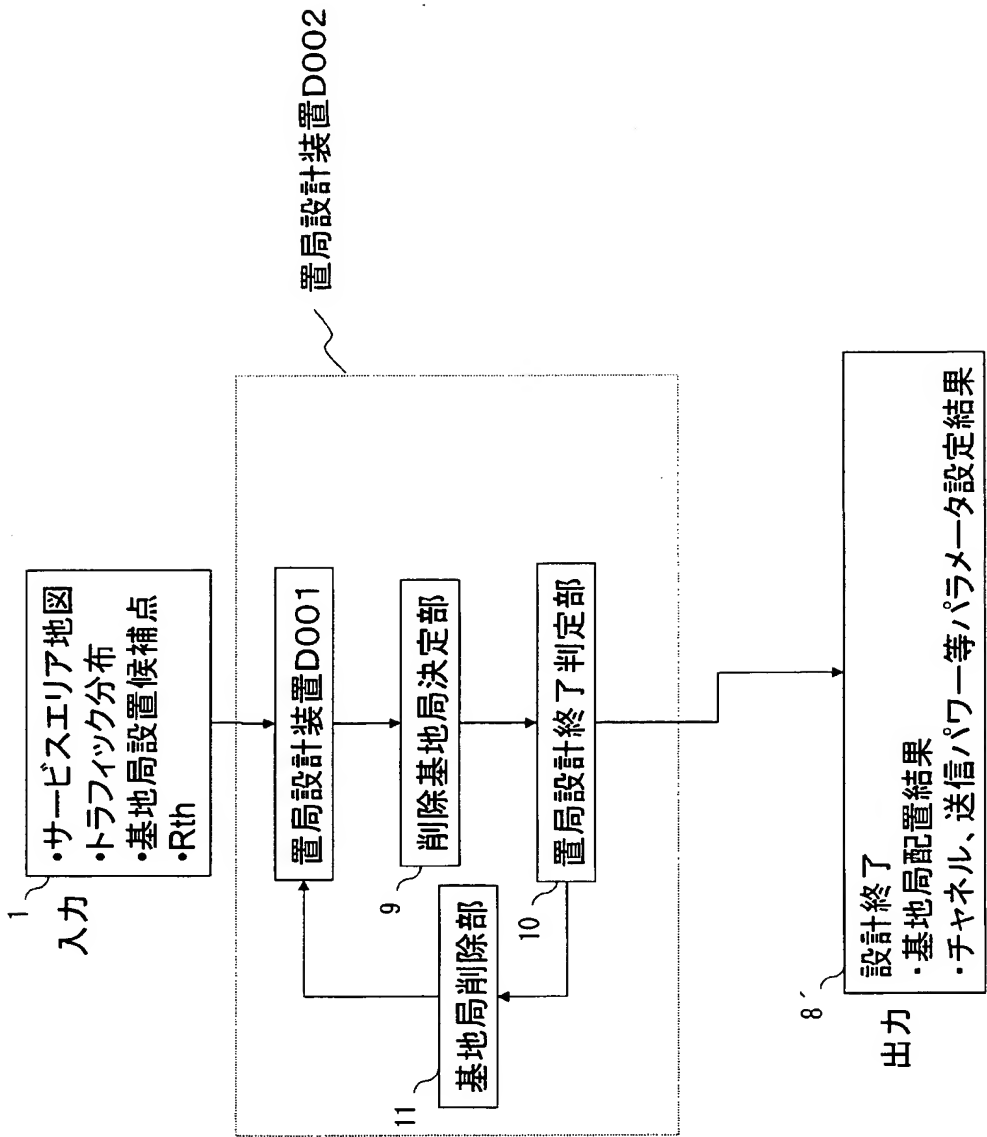
【図10】



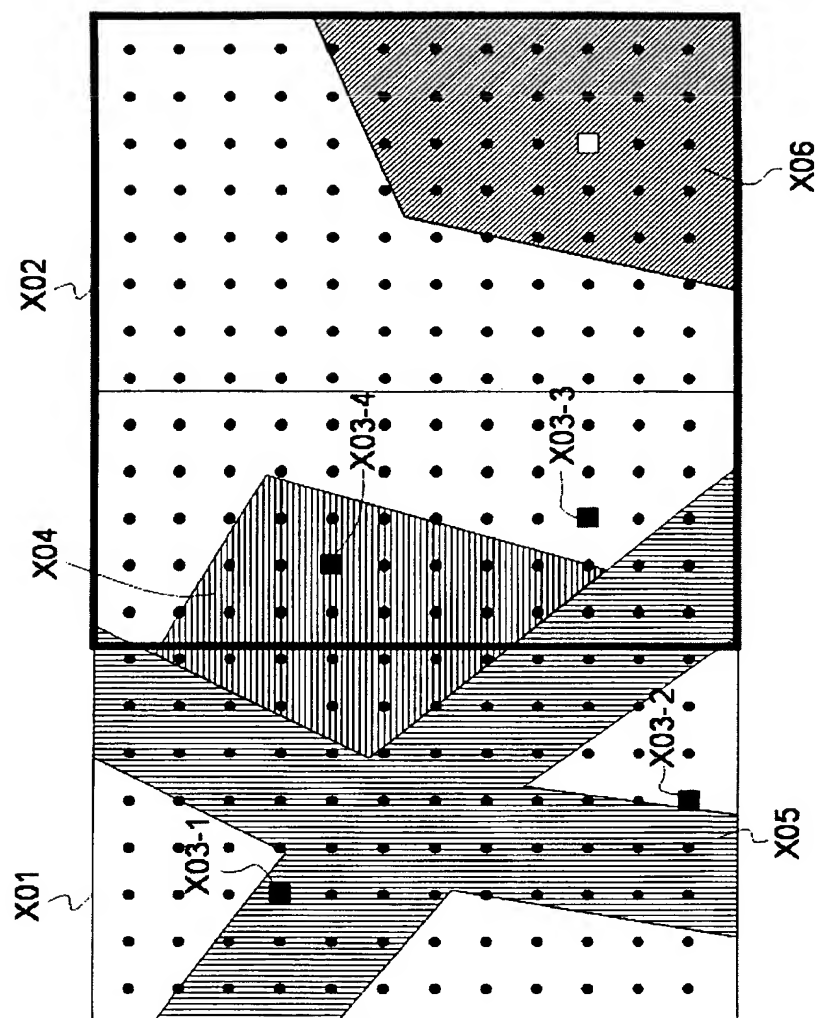
【図 11】



【図 12】



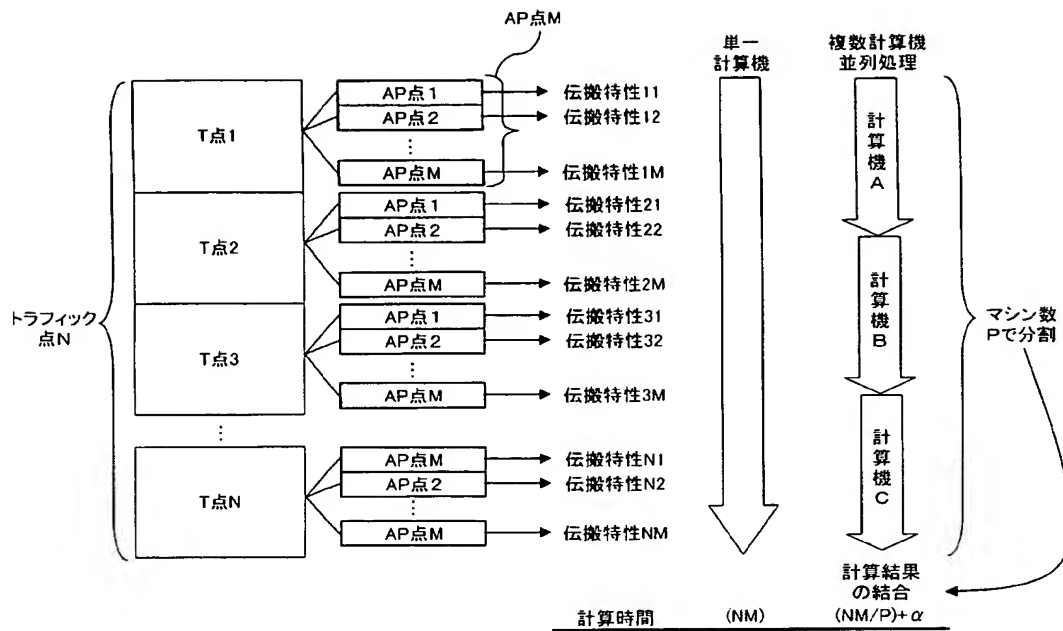
【図 13】



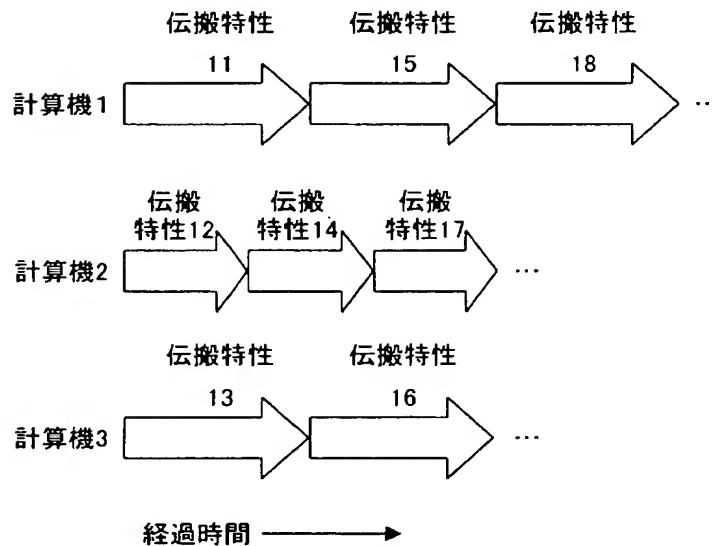
【図 14】

基地局候補点	チャネル	アンテナ種類	設置方位	T(A), Q(A,k,t,d)	O(T,Q)
A1	k=1	t=1	d=1		
			d=2		
		t=2	d=1		
			d=2		
			d=3		
	k=2	t=1	d=1		
			d=2		
		t=2	d=1		
			d=2		
	k=3	t=1	d=1		
			d=2		
		t=2	d=1		
			d=2		
A2	k=1	t=1	d=1		
			d=2		
		t=2	d=1		
			d=2		
	k=2	t=1	d=1		
			d=2		
		t=2	d=1		
			d=2		
	k=3	t=1	d=1		
			d=2		
		t=2	d=1		
			d=2		
			d=3		
			d=4		

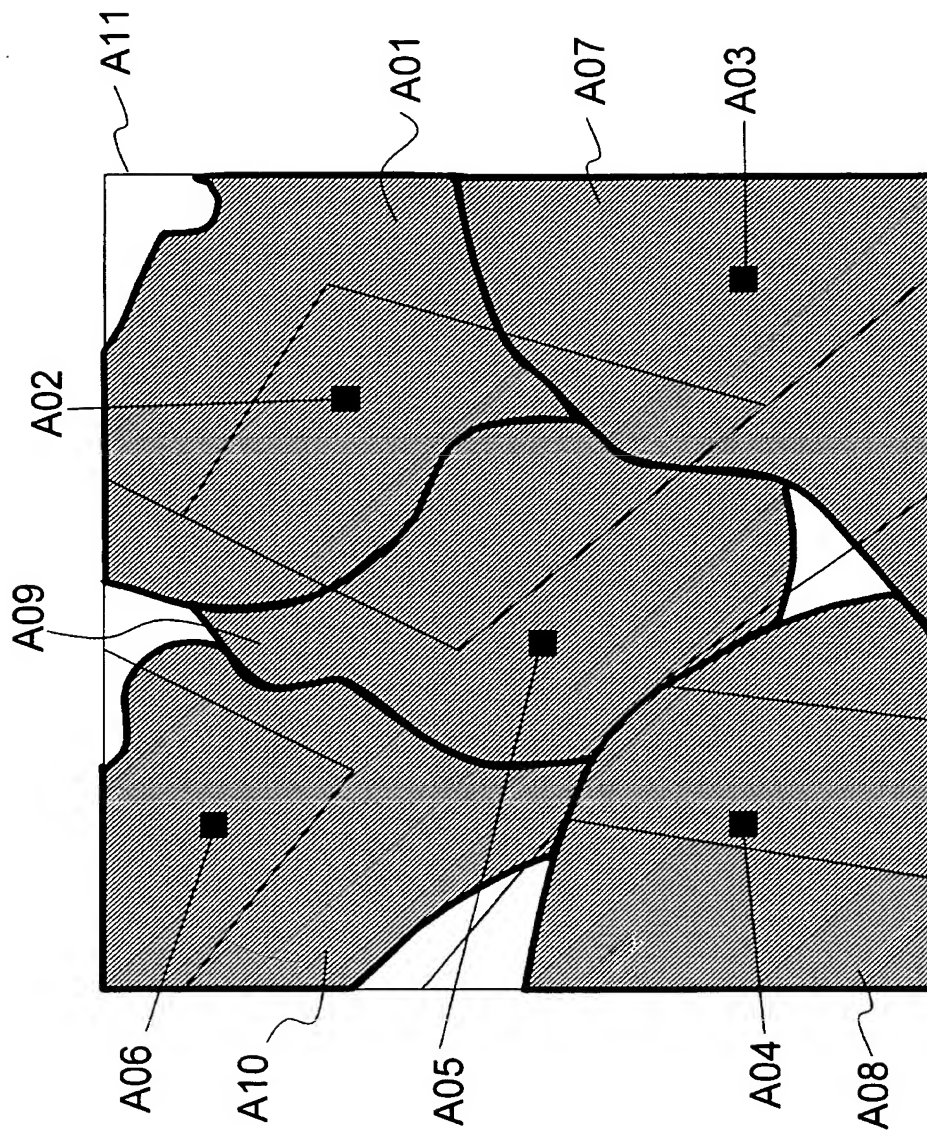
【図 15】



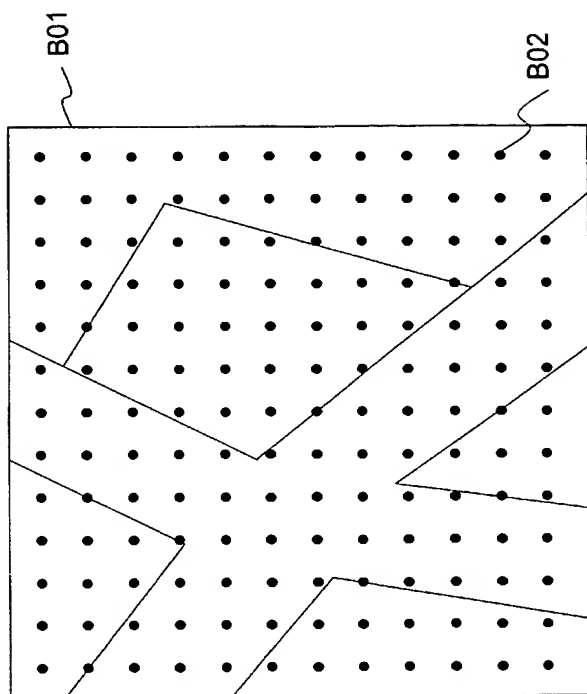
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 サービスエリアとトラフィック密度分布が与えられた場合、複数の基地局を配置して当該サービスエリアを面的に覆う基地局設置設計方法であって、レイトレーシング等の詳細な電波解析シミュレータを活用することを前提とし、所望のトラフィックカバー率を満たす基地局の配置、パラメータの設定を行う。

【解決手段】 基地局を逐次追加していくが、この追加の際に実施される電波伝搬特性評価には、処理量が少ない手法を用い、追加後に実施する電波伝搬特性評価には、処理量が多いが高精度である手法、より具体的にはレイトレーシング等の手法を適用する。追加後に行う高精度電波伝搬特性評価の結果は、新たに追加する基地局の配置場所を選定する際の干渉量の見積もりに活用する。これにより、基地局設置設計処理の大半を占める電波解析処理の量を低減し、高速な基地局設置設計を可能とする。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 1 5 8 7 5 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社